KAISERLICHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ATLAS TYPISCHER SPEKTREN

VON

HOFRAT DR. J. M. EDER

DIREKTOR DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN
O. Ö. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN
KORRESPONDIERENDES MITGLIED DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

UND

PROFESSOR E. VALENTA

SEKTIONSVORSTAND AN DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN

HERAUSGEGEBEN VON DEM KOMITEE ZUR
VERWALTUNG DER ERBSCHAFT TREITL

(53 TAFELN MIT ERLÄUTERNDEM TEXT)



WIEN 1911

HELIOGRAVÜRE UND KUPFERDRUCK AUS DEM K. U. K. MILITÄRGEOGRAPHISCHEN
INSTITUT UND AUS DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN
DRUCK DES TEXTES AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI IN WIEN
IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER, K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

KAISERLICHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ATLAS TYPISCHER SPEKTREN

VON

HOFRAT DR. J. M. EDER
DIREKTOR DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN
O. Ö. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN
KORRESPONDIERENDES MITGLIED DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

UND

PROFESSOR E. VALENTA
SEKTIONSVORSTAND AN DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN

HERAUSGEGEBEN VON DEM KOMITEE ZUR
VERWALTUNG DER ERBSCHAFT TREITL

(53 TAFELN MIT ERLÄUTERNDEM TEXT)



U.S. BUREAU OF STANDARDS LIBRARY

WIEN 1911
HELIOGRAVÜRE UND KUPFERDRUCK AUS DEM K. U. K. MILITÄRGEOGRAPHISCHEN INSTITUT UND AUS DER K. K. GRAPHISCHEN LEHR- UND VERSUCHSANSTALT IN WIEN
DRUCK DES TEXTES AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI IN WIEN
IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER, K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

BUREAU OF STANDARDS
SEP 5 1913
Accession No 11425
G H
E

INHALTS-VERZEICHNIS.

Seite

EINLEITUNG 1 bis 5

FLAMMENSPEKTREN 7 bis 21

Das Swansche Spektrum brennender Kohlenwasserstoffe und das Emissionsspektrum des Wasserdampfes 8, Das Emissionsspektrum des Wasserdampfes 9, Das Flammenspektrum der Borsäure 9, Das Spektrum des in Sauerstoff brennenden Ammoniakgases 10, Das Flammenspektrum von Lithium 10, Natrium 11, Kalium 11, Rubidium 12, Cäsium 12, Calcium 12, Strontium 13, Baryum 14, Kupfersalze 15, Mangan 16, Blei 17, Zinn 17, Wismut 17, Chrom 18, Titan 18, Magnesium 18, Eisenchlorid 18, Nickel 19, Kobalt 19, Silber 19, Palladium 20, Gold 20, Antimon 20, Schwefel 20, Selen 20, Tellur 20, Aluminium 21, Quecksilber 21, Arsen 21, Silicium 21.

BOGENSPEKTREN 22 bis 84

Lithium 22, Natrium 22, Kalium 23, Rubidium 23, Cäsium 24, Beryllium 24, Magnesium 24, Calcium 25, Calciumchlorid 26, Calciumbromid 26, Calciumjodid 27, Calciumfluorid 27, Strontium 27, Baryum 29, Yttrium 29, Lanthan 30, Titan 31, Zirkonium 32, Cerium 34, Thorium 35, Germanium 37, Scandium 37, Terbium 38, Holmium (Neoholmium) 40, Dysprosium 40, Thulium 42, Cassiopeïum und Aldebaranium 43, Gadolinium 44, Erbium 45, Samarium 47, Gallium 48, Praseodym 48, Neodym 50, Vanadium 52, Niobium 54, Tantal 55, Chrom 57, Molybdän 58, Wolfram 60, Uran 61, Mangan 62, Eisen 64, Nickel 66, Kobalt 67, Ruthenium 69, Rhodium 71, Palladium 72, Osmium 73, Iridium 74, Platin 75, Kupfer 76, Silber 77, Gold 77, Quecksilber 78, Zink 79, Aluminium 79, Indium 80, Cadmium 80, Thallium 81, Zinn 81, Blei 81, Antimon 82, Wismut 82, Tellur 83, Arsen 83, Phosphorsäure 83, Silicium 83, Kohle 83, Bor 84.

FUNKENSPEKTREN 85 bis 143

Luft 85, Kohle an der Luft 86, Lithium 87, Natrium 88, Kalium 88, Rubidium 89, Cäsium 89, Beryllium 89, Magnesium 90, Calcium 90, Strontium 91, Baryum 91, Yttrium 92, Samarium 92, Lanthan 93, Titan 94, Cer 96, Zirkon 97, Thorium 98, Germanium 99, Scandium 100, Terbium 101, Holmium (Neoholmium) 101, Dysprosium 101, Thulium 101, Cassiopeïum 102, Aldebaranium 102, Gadolinium 103, Erbium 104, Gallium 105, Europium 105, Praseodym 105, Neodym 107, Vanadium 108, Niob 110, Tantal 111, Chrom 113, Molybdän 114, Wolfram 116, Uran 118, Mangan 119, Eisen 120, Nickel 122, Kobalt 123, Ruthenium 125, Rhodium 127, Palladium 128, Osmium 129, Iridium 130, Platin 131, Kupfer 132, Silber 133, Gold 134, Zink 135, Cadmium 135, Quecksilber 136, Aluminium 137, Indium 137, Thallium 138, Zinn 138, Blei 139, Antimon 139, Wismut 140, Silicium 141, Bor 141, Arsen 141, Phosphor 142, Tellur 142, Schwefel 142, Wasserstoff 143.

TAFEL-VERZEICHNIS.

Die römischen Zahlen entsprechen der Tafel-Nummer; die arabischen Zahlen entsprechen der Abbildungs-Nummer.

Benennung	FLAMMENSPEKTRUM			BOGENSPEKTRUM			FUNKENSPEKTRUM		
	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz
Aldebaranium	—	—	—	XIII–3, 4	—	—	XXXVI–3, 4	—	—
Aluminium	—	—	—	XVIII–7, 8	XXVI–4	XXXI–3	XLI–9, 10	—	XLVIII–8 LII–8
Aluminiumchlorid	—	—	VII–2	—	—	—	—	—	—
Ammoniak-Sauerstoff-Flamme	—	I–3	VII–11, 12	—	—	—	—	—	—
Ammoniumbichromat	—	II–12	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniumnitrat	—	III–2	—	—	—	—	—	—	—
Antimon	—	—	—	XIX–7, 8	XXVI–11	XXXI–10	XLII–7, 8	XLVII–11	LI–8 LIII–6
Antimonsulfid	—	V–9	VII–4	—	—	—	—	—	—
Arsen	—	—	—	—	—	XXXI–9	—	—	—
Arsen-Blei-Legierung	—	—	—	—	—	—	XLIII–1, 2	—	L–11
Baryum	—	—	—	X–7, 8, 11 XX–8	—	XXVIII–3	XXXIII–7, 8	XLV–1	XLVIII–7 LII–3
Baryumbromid	—	—	—	—	XXIII–1	—	—	—	—
Baryumcarbonat	VIII–5	III–8	—	—	—	—	—	—	—
Baryumchlorid	—	II–2 IV–8	VI–12	X–7, 8	XXII–12	XXVIII–3	XXXIII–7, 8	XLV–1	XLVIII–7 LII–3
Baryumfluorid	—	—	—	X–11	XXIII–4	—	—	—	—
Baryumnitrat	—	II–1	—	—	—	—	—	—	—
Berylliumoxyd	—	—	—	IX–12	—	XXVII–12	XXXIII–1, 2	—	—
Blei	—	—	—	XIX–5, 6 XXI–13	XXVI–9, 10	XXXI–7	XLII–5, 6	XLVII–6	LI–4 LII–6
Bleicarbonat	—	III–10	—	—	—	—	—	—	—
Bleichlorid	VIII–8, 9	II–8 V–4	VII–7	—	—	—	—	—	—
Bor	—	—	—	—	—	XXVII–3, 4	XLII–12	—	—
Borsäure	—	I–2	—	—	—	—	—	—	—
Cadmium	—	—	—	XVIII–11, 12	XXVI–3	XXXI–2	XLI–3, 4	XLVII–4	LI–2 LII–5
Cadmium, Blei, Zink (Edersche Legierung)	—	—	—	—	—	—	XLI–5, 6	XLVII–7	LI–5
Cäsium	—	—	—	IX–10–11 XX–3	XXII–6	XXVII–9	XXXII–11, 12	XLIV–9	—
Cäsiumchlorid	—	I–7 IV–5	—	—	—	—	—	—	—
Calcium	—	—	—	X–3, 4 XX–4	XXVII–9	XXVIII–1	XXXIII–5, 6	XLIV–11	XLVIII–5 LII–1
Calciumbromid	—	I–10	VI–7	XX–5	—	—	—	—	—
Calciumcarbonat	—	III–7	—	—	—	—	—	—	—
Calciumchlorid	—	I–9 IV–6	VI–6	XX–4	XXII–8	XXVIII–1	—	XLIV–11	LII–1
Calciumfluorid	—	—	—	X–9	XXIII–2	—	—	—	—
Calciumformiat	VIII–1, 2	—	—	—	—	—	—	—	—
Calciumjodid	—	—	VI–8	XX–6	—	—	—	—	—
Calciumnitrat	—	I–8	—	—	—	—	—	—	—
Cassiopeïum	—	—	—	XIII–1, 2	—	—	XXXVI–1, 2	—	—
Cer	—	—	—	XI–9, 10 XX–11	XXIII–9	XXVIII–8	XXXIV–7, 8	XLV–6	XLVIII–9
Chrom	—	—	—	XIV–11, 12 XXI–2	XXIV–4, 5	XXIX–3	XXXVII–11, 12	XLVI–1	XLIX–1 LII–11
Chromchlorid	VIII–10	V–1	VII–3	—	—	—	—	—	—
Chromylchlorid	—	II–11	—	—	—	—	—	—	—
Dysprosiumnitrat	—	—	—	XII–9, 10	—	—	XXXV–9, 10	—	—
Eisen	—	—	—	XV–9, 10, 11, 12	XXIV–11, 12	XXIX–8	XXXVIII–9, 10, 11, 12	XLVI–7	XLIX–3
Eisenchlorid	—	IV–10	—	—	—	—	—	XLVI–6	—
Erbium	—	—	—	XIII–7, 8	—	—	XXXVI–7, 8	—	—
Europium	—	—	—	—	—	—	XXXVI–11, 12	—	—
Gadolinium	—	—	—	XIII–5, 6	—	—	XXXVI–5, 6	—	—
Gallium	—	—	—	XIII–11, 12	—	—	XXXVI–9, 10	—	—
Germanium	—	—	—	XII–1, 2	—	—	XXXV–1, 2	—	—
Gold	—	—	—	XVII–11, 12 XXI–10	XXV–11, 12	XXX–9, 10	XL–9, 10, 11, 12	XLVII–3	LI–12 LIII–3
Goldchlorid	—	V–8	—	—	—	—	—	—	—

Benennung	FLAMMENSPEKTRUM			BOGENSPEKTRUM			FUNKENSPEKTRUM		
	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz
Holmium (Neoholmium)	—	—	—	XII–7, 8	—	—	XXXV–7, 8	—	—
Indium	—	—	—	XVIII–9, 10	XXVI–5	XXXI–4	XLI–11, 12	XLVII–8	LII–7
Iridium	—	—	—	XVII–1, 2	XXV–5	XXX–3	XL–1, 2		L–3 LIII–11
Kalium	—	—	—	IX–6, 7	XXII–4	XXVII–7	XXXII–8	XLIV–7	XLVIII–3
Kaliumcarbonat	—	IV–3	VI–4	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schellack und Strontiumnitrat	—	III–9	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schwefel und Baryumcarbonat	—	III–8	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schwefel und Bleicarbonat	—	III–10	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schwefel und Calciumcarbonat	—	III–7	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schwefel und Kupfercarbonat	—	III–11	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorat, Schwefel und Wismutcarbonat	—	III–12	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumchlorid	—	I–5	—	XX–1	—	—	XXXII–7	—	—
Kaliumnitrat	—	III–3	—	—	—	—	—	—	—
Kaliumpermanganat u. Magnesium	—	III–6	—	—	—	—	—	—	—
Kobalt	—	—	—	XVI–3, 4 XXI–7	XXV–2	XXIX–10	XXXIX–3, 4	XLVI–9	XLIX–5 LII–9
Kobaltcarbonat	VIII–13	—	—	—	—	—	—	—	—
Kobaltchlorid	—	IV–12	—	—	—	—	—	—	—
Kohle	—	—	—	XIX–12, 13	XXII–1	XXVII–1, 2	XXXII–1, 2	—	L–12 LIII–14
Kupfer	—	—	—	XVII–5, 6, 7, 8 XXI–9	XXV–7, 8	XXX–5, 6	XL–5, 6	XLVII–1	LI–10 LIII–1
Kupferbromid	—	II–5	—	—	—	—	—	—	—
Kupfercarbonat	—	III–11	—	—	—	—	—	—	—
Kupferchlorid	—	II–4 V–3	VII–9	—	—	—	—	—	—
Kupferjodür	—	II–6	—	—	—	—	—	—	—
Kupfernitrat	—	II–3	—	—	—	—	—	—	—
Kupferoxydammoniak, schwefelsaures	—	V–2	VII–8	—	—	—	—	—	—
Lanthan	—	—	—	XX–13 XI–3, 4	XXIII–6	XXVIII–5	XXXIV–3, 4	XLV–3	XLVIII–11
Leuchtgas-Sauerstoff-Flamme	—	—	VI–1	—	—	—	—	—	—
Lithium	—	—	—	—	—	—	XXXII–4	—	—
Lithiumcarbonat	—	III–4	VI–2	—	—	—	—	—	—
Lithiumchlorid	—	I–4 IV–1	—	IX–1, 2, 3	XXII–2	XXVII–5	XXXII–3	XLIV–4, 5	XLVIII–1
Luft	—	—	—	—	—	—	—	XLIV–1	—
Lutetium, s. Cassiopeïum.									
Magnesium	—	III–1	—	X–1, 2	XXII–7	XXVII–10, 11	XXXIII–3, 4	XLIV–10	XLVIII–4
Magnesiumchlorid	—	—	VI–5	—	—	—	—	—	—
Magnesium und Ammoniumbichromat	—	II–12	—	—	—	—	—	—	—
Magnesium und Ammoniumnitrat	—	III–2	—	—	—	—	—	—	—
„ „ Kaliumnitrat	—	III–3	—	—	—	—	—	—	—
Magnesium und Kaliumpermanganat	—	III–6	—	—	—	—	—	—	—
Magnesium und Lithiumcarbonat	—	III–4	—	—	—	—	—	—	—
„ „ Strontiumnitrat	—	III–5	—	—	—	—	—	—	—
Mangan	—	—	—	—	—	XXIX–7	XXXVIII–7, 8	XLVI–4, 5	XLIX–2
Manganchlorür	VIII–6, 7	II–7 IV–9	VII–1	XV–7, 8	XXIV–9, 10	—	—	—	—
Molybdän	—	—	—	XV–1, 2 XXI–4	XXIV–6	XXIX–4	XXXVIII–1, 2	XLVI–2	XLIX–6
Natrium	—	—	—	IX–4, 5	XXII–3	XXVII–6	XXXII–5, 6	XLIV–6	XLVIII–2
Natriumcarbonat	VIII–12	IV–2	VI–3	—	—	—	—	—	—
Neodym	—	—	—	XIV–3, 4	XXIII–12	XXVIII–11	XXXVII–3, 4	XLV–9	L–9
Neoholmium, s. Holmium.									
Neoytterbium, s. Aldebaranium.									
Nickel	—	—	—	XVI–1, 2 XXI–6	XXV–1	XXIX–9	XXXIX–1, 2	XLVI–8	XLIX–4 LII–10
Nickelchlorid	—	IV–11	—	—	—	—	—	—	—
Niob	—	—	—	XIV–7, 8	XXIV–2	XXIX–1	XXXVII–7, 8	XLV–11	L–6
Osmium	—	—	—	XVI–11, 12	XXV–4	XXX–2	XXXIX–11, 12	—	L–4 LIII–12

Benennung	FLAMMENSPEKTRUM			BOGENSPEKTRUM			FUNKENSPEKTRUM		
	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz	Gitter	Glas	Quarz
Palladium	—	—	—	XVI–9, 10	XXV–3	XXX–1	XXXIX–9, 10	—	XLIX–10 LIII–8
Palladiumchlorür	—	V–7	—	—	—	—	—	—	—
Phosphor	—	—	—	—	—	XXXI–8	XLIII–3	—	—
Platin	—	—	—	XVII–3, 4 XXI–8	XXV–6	XXX–4	XL–3, 4	XLVI–10	XLIX–11 LIII–7
Praseodym	—	—	—	XIV–1, 2	XXIII–11	XXVIII–10	XXXVII–1, 2	XLV–8	L–8
Quecksilber	—	—	—	XVIII–3, 4 XXI–11	—	XXX–11	XLI–7, 8	—	LI–1
Quecksilberdampflampe	—	—	—	XVIII–1, 2	XXVI–1	XXX–12	—	—	—
Rhodium	—	—	—	XVI–7, 8	—	XXIX–12	XXXIX–7, 8	XLVI–12	L–2 LIII–9
Rubidium	—	I–6 IV–4	—	IX–8. 9 XX–2	XXII–5	XXVII–8	XXXII–9, 10	XLIV–8	—
Ruthenium	—	—	—	XVI–5, 6	—	XXIX–11	XXXIX–5, 6	XLVI–11	L–I LIII–10
Samarium	—	—	—	XIII–9, 10 XXI–1	—	—	XXXIV–1, 2	—	—
Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	XLIII–7, 8	XLIV–3	—
Scandium	—	—	—	XII–3, 4	—	—	XXXV–3, 4	—	—
Schwefel	—	V–10	—	—	—	—	XLIII–6	—	—
Selen	—	V–11	—	—	—	—	—	—	—
Silber	—	—	—	XVII–9, 10	XXV–9, 10	XXX–7, 8	XL–7, 8	XLVII–2	LI–11 LIII–2
Silberchlorid	—	V–6	VII–10	—	—	—	—	—	—
Silicium	—	—	—	XIX–11	—	XXVII–4	XLII–11	—	—
Stickstoff	—	—	—	—	—	—	XLIII–9, 10	XLIV–2	—
Strontium	—	—	—	X–5, 6 XX–7	XXII–10	—	XXXIII–9, 10	XLIV–12	XLVIII–6 LII–2
Strontiumbromid	—	—	VI–10	X–12	XXII–11	—	—	—	—
Strontiumcarbonat	VIII–3, 4	—	—	—	—	—	—	—	—
Strontiumchlorid	—	I–12 IV–7	VI–9	X–5, 6	XXII–10	XXVIII–2	—	—	—
Strontiumfluorid	—	—	—	X–10	XXXIII–3	—	—	—	—
Strontiumjodid	—	—	VI–11	—	—	—	—	—	—
Strontiumnitrat	—	I–11 III–5, 9	—	—	—	—	—	—	—
Swansches Spektrum	—	I–1	—	—	—	—	—	—	—
Tantal	—	—	—	XIV–9, 10	XXIV–3	XXIX–2	XXXVII–9, 10	XLV–12	XLIX–9 LII–14
Tellur	—	V–12	—	—	—	—	XXXI–12	XLIII–4, 5	XLIX–12 LIII–13
Terbium	—	—	—	XII–5. 6	—	—	XXXV–5, 6	—	—
Thallium	—	—	—	XIX–1, 2 XXI–12	XXVI–6	XXXI–5	XLII–1, 2	XLVII–9	LI–6
Thorium	—	—	—	XI–11, 12 XX–12	XXIII–10	XXVIII–9	XXXIV–11,12	XLV–7	XLVIII–10
Thulium	—	—	—	XII–11, 12	—	—	XXXV–11,12	—	—
Titan	—	—	—	XI–5, 6 XX–10	XXIII–7	XXVIII–6	XXXIV–5, 6	XLV–4	L–5 LII–13
Uran	—	—	—	XV–5, 6 XXI–5	XXIV–8	XXIX–6	XXXVIII–5, 6	—	L–10 LII–12
Vanadium	—	—	—	XIV–5, 6	XXIV–1	XXVIII–12	XXXVII–5, 6	XLV–10	XLIX–8
Wasserstoff	—	—	—	—	—	—	XLIII–11, 12	—	—
Wismut	—	—	—	XIX–9, 10	XXVI–12	XXXI–11	XLII–9, 10	XLVII–12	LI–9 LIII–5
Wismutcarbonat	—	III–12	VII–6	—	—	—	—	—	—
Wismutchlorid	—	II–9	—	—	—	—	—	—	—
Wolfram	—	—	—	XV–3, 4 XXI–3	XXIV–7	XXIX–5	XXXVIII–3, 4	XLVI–3	XLIX–7
Yttrium	—	—	—	XI–1, 2 XX–9	XXIII–5	XXVIII–4	XXXIII–11,12	XLV–2	XLVIII–12
Zink	—	—	—	XVIII–5, 6	XXVI–2	XXXI–1	XLI–1, 2	XLVII–5	LI–3 LII–4
Zinn	—	—	—	XIX–3, 4	XXVI–7, 8	XXXI–6	XLII–3, 4	XLVII–10	LI–7 LIII–4
Zinnsulfid	VIII–11	V–5	VII–5	—	—	—	—	—	—
Zinntetrachlorid	—	II–10	—	—	—	—	—	—	—
Zirkonium	—	—	—	XI–7, 8	XXIII–8	XXVIII–7	XXXIV–9, 10	XLV–5	L–7

TAFEL-DRUCKFEHLER-VERZEICHNIS.

Auf Tafel	Abbildung Nummer	statt	soll es heißen	Auf Tafel	Abbildung Nummer	statt	soll es heißen
III	9	3917	3927	XXIV	7	5515—07	5515—Mo
XI	11	5447	5450	XXIX	6	2501—500	2501
XII	3	5875	5878	XXIX	7	2709—08	2708
XII	7	4359	(4359 Dy)	XXXII	1	5768	(5768 N)
XII	8	4078	(4078 Dy)	XXXIV	8	3610	3578
XII	11	Cs	Cp	XXXIV	8	3578	3561
XIII	3	5765	(5765 Tu)	XXXIV	8	3561	3534
XIII	4	3796	(3796 Tu)	XXXIV	11	5538	5540
XIII	4	3762	(3762 Tu)	XXXV	3	5087—80	5087—82
XIII	4	3744	(3744 Tu)	XXXVIII	9	5507—06	5507
XIII	4	3425	(3425 Tu)	XXXIX	3	4639	4629
XIV	1	4978	4878	XL	4	4337	4327
XIV	2	4282	4272	XL	7	6381	(6380 N)
XVI	4	3028	3026	XLI	7	5427	5425
XVI	7	6253	6250	XLIII	8	2902	2902 Ag
XVII	2	3369	3371—69	XLIV	1	4070	(4070 O)
XVIII	2	3705 } 3703 }	3704	XLVII	5	4631	(4631 N)
				XLVII	5	4415	(4415 O)
XX	13	7076	7046	XLVII	8	5676	(5676 N)
XXIV	2	4982	(4982 Ti)	XLVII	8	5667	(5667 N)

ALPHABETISCHES SACHREGISTER.

A

Aldebaranium, Banden im Bogenspektrum 44
„ Bogenspektrum 44
„ Funkenspektrum 102
Aldebaraniumhältige Fraktion des Thuliums, Bogenspektrum 42
Aluminium, Banden im Bogenspektrum 79
„ Bogenspektrum 79
„ Flammenspektrum 21
„ Funkenspektrum 137
Aluminiumchlorid 21
Aluminiumoxydbanden im Bogenspektrum 79
Ammoniak-Leuchtgas-Flamme 1, 10
Ammoniak-Sauerstoff-Flamme 1, 10
Ammoniumbichromat, Leuchtsatz von Magnesium und .. 18
Ammoniumnitrat, Flammenspektrum von Blitzlicht aus Magnesiumpulver und 18
Antimon, Bandenspektrum 20
„ Bogenspektrum 82
„ Flammenspektrum 20
„ Funkenspektrum 139
Antimonchlorid 20
Antimonpentasulfid 20
Apparat zur Herstellung von Flammenspektren nach J. M. Eder und E. Valenta 7
Arsen, Bogenspektrum 83
„ Flammenspektrum 21
„ Funkenspektrum 141
Äskulin, Filter für Ultraviolett 2

B

Baryum, Bogenspektrum 29
„ Flammenspektrum 14
„ Funkenspektrum 91
Baryumchlorid, Bandenspektrum im Bogen 29
Baryumfluorid, Flammenspektrum 15
„ Verbindungsspektrum im Bogen 29
Baryumjodid, Flammenspektrum 15
Baryumoxyd, Bandenspektrum 29
„ Flammenspektrum 15
Beryllium, Bogenspektrum 24
Beryllium, Funkenspektrum 89
„ Linienspektrum 24
Blei, Bogenspektrum 81
„ Funkenspektrum 139
Bleicarbonat, Zündsatzspektrum von Kaliumchlorat, Schwefel und 17
Bleichlorid, Flammenspektrum 17
Bleioxyd, Bandenspektrum 17
Bleisalze, Flammenspektrum 17
Blitzlicht, Flammenspektrum 18
Bogen, kleiner 3
Bogenspektren 3, 22 bis 84
„ Erzeugung von 3
Bogenspektrum, Calciumfluoridbanden im 27
„ Aldebaranium 44
„ Aluminium 79
„ Antimon 82
„ Arsen 83
„ Baryum 29
„ Beryllium 24
„ Blei 81
„ Bor 84
„ Cadmium 80
„ Calciumbromid 26
„ Calciumchlorid 26
„ Calciumjodid 27
„ Calcium 25
„ Cäsium 24
„ Cassiopeïum 43
„ Cerium 34
„ Chrom 57
„ Dysprosium 40
„ Eisen 64
„ Erbium 45
„ Fluorbaryum 10
„ Fluorcalcium 10
„ Fluorstrontium 10
„ Gadolinium 44
„ Gallium 48
„ Germanium 37
„ Gold 77
„ Holmium (Neoholmium) 40
„ Indium 80
„ Iridium 74

Bogenspektrum, Kalium 23
„ Kobalt 67
„ Kohle 83
„ Kupfer 76
„ Lanthan 30
„ Lithium 22
„ Magnesium 24
„ Mangan 62
„ Metallisches Nickel 66
„ Molybdän 58
„ Natrium 22
„ Neodym 50
„ Nickel 66
„ Niobium 54
„ Osmium 73
„ Palladium 72
„ Phosphor 83
„ Platin 75
„ Praseodym 48
„ Quecksilber 78
„ Rhodium 71
„ Rubidium 23
„ Ruthenium 69
„ Samarium 47
„ Scandium 37
„ Silber 77
„ Silicium 83
„ Strontium 27
„ Tantal 55
„ Tellur 83
„ Terbium 38
„ Thallium 81
„ Thorium 35
„ Thulium 42
„ Titan 31
„ Uran 61
„ Vanadium 52
„ Wismut 82
„ Wolfram 60
„ Yttrium 29
„ Zink 79
„ Zinn 81
„ Zirkonium 32
„ in Gasen oder im Vakuum 3
„ unter Wasser 3
Bor, Bogenspektrum 84
„ Funkenspektrum 141
„ Spektralanalytischer Nachweis kleiner Spuren von 10
Borsäure, Flammenspektrum 9
„ in der Knallgasflamme 10
Brom, Erkennung auf spektralanalytischem Wege 16
Brombaryum, Flammenspektrum 15
„ Verbindungsspektrum 15
Bromidbanden des Strontiums 28
Buisson & Fabry, Standards von 4

C

Cadmium, Bogenspektrum 80
„ Funkenspektrum 135
Cadmiumnitrat, Gemisch mit 18
Calcium, Bogenspektrum 25
„ Flammenspektrum 12
Calcium, Funkenlinien, Verbreiterungserscheinungen ... 90
„ Funkenspektrum 90
Calciumbromid, Bogenspektrum 26
„ Flammenspektrum 13
„ Verbindungsspektrum im elektrischen Flammenbogen 26
Calciumchlorid, Bogenspektrum 26
„ „ Wellenlängen der Bandenkanten 26
Calciumchlorid, Flammenspektrum 13
Calciumfluorid, Banden im Bogenspektrum 27
„ Flammenspektrum 13
Calciumjodid, Bogenspektrum 27
„ „ Wellenlängen der Bandenkanten 27
Calciumjodid, Flammenspektrum 13
Calciumoxydbanden in der Leuchtgas-Sauerstoff-Flamme 13
Cäsium, Bogenspektrum 24
„ Flammenspektrum 12
„ Funkenspektrum 89
Cassiopeïum, Banden im Bogenspektrum 43
„ Bogenspektrum 43
„ Funkenspektrum 102
Cerium, Bogenspektrum 34
„ Funkenspektrum 96
Ceriumnitrat, Gemisch mit Magnesium 18
Chininsulfatlösung, Filter für Ultraviolett 2
Chlor, Erkennung auf spektralanalytischem Wege 16
Chlorbaryum, Flammenspektrum 15
Chlorcalcium, Verbindungsspektrum im elektrischen Bogen 26
Chloridbanden des Strontiums 28
Chlorsilber, Flammenspektrum 19
Chrom (Chromoxyd), Banden im Bogenspektrum 57
„ Bogenspektrum 57
„ Flammenspektrum 18
„ Funkenspektrum 113
„ im Knallgasgebläse, Spektrum von metallischem 18
Chromchlorid 18
Chromoxyd, Flammenspektrum 57
Chromylchlorid, Flammenspektrum 18
Compoundprisma, Steinheilsches 2
Cyanbanden im Funkenspektrum 85
„ „ Kohle-Bogenspektrum 84
Cyanbandenkanten 86

D

Dicyaninplatten 3
Dicyanin, Sensibilisator für Trockenplatten 2
Dysprosium, Bogenspektrum 40
„ Funkenspektrum 101

E

Edersche Legierung 139
Eisen, Banden im Flammenspektrum 18
„ Bogenspektrum 64
„ Funkenspektrum 120
Eisenoxydbanden im Bogenspektrum 64

Elektroden 3, 85, 87
„ aus Gaskohle 87
„ „ Graphit 87
„ „ Lindenkohle 87
Emissionsspektrum des Wasserdampfes 8, 9
Erbium, Bogenspektrum 45
„ Funkenspektrum 104
Erkennung von Chlor, Brom und Jod auf spektralanalytischem Wege 16
Erzeugung von Bogenspektren 3
„ „ Funkenspektren der Metalle 85
Europium, Funkenspektrum 105

F

Farbige Zündsätze, Spektralerscheinung 7
Feuerwerkssätze, kupferhältige 16
Filter für Ultraviolett 2
Flammenspektren 3, 7 bis 21
„ der Kupfersalze 15
„ Methoden der Herstellung von 7
„ nach J. M. Eder und E. Valenta, Apparat zur Herstellung von 7
Flammenspektrum der Borsäure 9
„ „ Manganhalogenverbindungen 16
„ Aluminium 21
„ Ammoniak 10
„ Antimon 20
„ Arsen 21
„ Baryum 14
„ Baryumbromid 15
„ Baryumchlorid 15
„ Baryumfluorid 15
„ Baryumjodid 15
„ Bleichlorid 17
„ Brombaryum 15
„ Calcium 12
„ Calciumbromid 13
„ Calciumchlorid 13
„ Calciumfluorid 13
„ Calciumjodid 13
„ Calciumoxydsalze 12
„ Cäsium 12
„ Chrom 18
„ Chromchlorid 18
„ Chromoxyd 57
„ Chromylchlorid 18, 57
„ Eisenfluorid 18
„ Fluorstrontium 14
„ Gold 20
„ Kalium 11
„ Kobaltchlorid 19
„ Kohlenwasserstoffe 8
„ Kupfer 15
„ Kupferammoniumsulfat 15
„ Kupferbromid 16
„ Kupferchlorid 15, 16
„ Kupferchlorür 16
„ Kupferjodür 16
„ Kupferoxyd 15
„ Lithium 10
„ Magnesiumchlorid 18
Flammenspektrum Magnesiumnitrat 18
„ Magnesium 18
„ Mangan 16, 17
„ Natrium 11
„ Nickel 19
„ Nickelsalze 19
„ Palladium 20
„ Quecksilber 21
„ Rubidium 12
„ Schwefel 20
„ Selen 20
„ Silber 19
„ Silicium 21
„ Strontium 13
„ Strontiumbromid 14
„ Strontiumchlorid 14
„ Strontiumjodid 14
„ Strontiumnitrat 18
„ Strontiumoxyd 14
„ Tellur 20
„ Titan 18
„ Wismut 17
„ Wismutcarbonat 17
„ Zinn 17
„ von Bleisalzen 17
„ „ Blitzlichtgemischen 18
„ „ metallischem Kobalt oder Kobaltoxydsalzen 19
Fluorbaryum, Bogenspektrum 29
„ Flammenspektrum 15
Fluorcalcium, Bogenspektrum 27
„ Flammenspektrum 13
Fluorstrontium, Bogenspektrum 14
„ Flammenspektrum 14
Fraktion des Thuliums, aldebaraniumhältige 42
Funkenlinien des Calciums, Verbreiterungserscheinungen 90
Funkenspektren 3, 85 bis 143
„ der Metalle, Erzeugung von 85
„ in Wasserstoff 85
„ zwischen Metallelektroden an der atmosphärischen Luft 85
Funkenspektrum, Aldebaranium 102
„ Aluminium 137
„ Antimon 139
„ Arsen 141
„ Baryum 91
„ Beryllium 89
„ Blei 139
„ Bor 141
„ Cadmium 135
„ Calcium 90
„ Cäsium 89
„ Cassiopeïum 102
„ Cer 96
„ Chrom 113
„ Dysprosium 101
„ Eisen 120
„ Erbium 104
„ Europium 105
„ Gadolinium 103
„ Gallium 105
„ Germanium 99
„ Gold 134
„ Holmium (Neoholmium) 101

Funkenspektrum, Indium 137
„ Iridium 130
„ Kalium 88
„ Kobalt 123
„ Kupfer 132
„ Lanthan 93
„ Lithium 87
„ Luft 85
„ Magnesium 90
„ Mangan 119
„ Molybdän 114
„ Natrium 88
„ Neodym 107
„ Nickel 122
„ Niob 110
„ Osmium 129
„ Palladium 128
„ Phosphor 142
„ Platin 131
„ Praseodym 105
„ Quecksilber 136
„ Rhodium 127
„ Rubidium 89
„ Ruthenium 125
„ Samarium 92
„ Scandium 100
„ Schwefel 142
„ Silber 133
„ Silicium 141
„ Strontium 91
„ Tantal 111
„ Tellur 142
„ Terbium 101
„ Thallium 138
„ Thorium 98
„ Thulium 101
„ Titan 94
„ Uran 118
„ Vanadium 108
„ Wasserstoff bei Atmosphärendruck 143
„ Wismut 140
„ Wolfram 116
„ Yttrium 92
„ Zink 135
„ Zinn 138
„ Zirkon 97
„ der mit Wasser befeuchteten Kohle 87
„ von Kohle an der Luft 86, 87

G

Gadolinium, Bandenspektrum 103
„ Bogenspektrum 44
„ Funkenspektrum 103
Gadoliniumoxyd, Banden im Bogenspektrum 45
Gallium, Bogenspektrum 48
„ Funkenspektrum 105
Gaskohle, Elektroden aus 87
Geisterchen (Ghosts) 2
Gemische von Magnesium mit Cadmiumnitrat, Zinknitrat, Cer- und Thoriumnitrat 18
Germanium, Bogenspektrum 37
„ Funkenspektrum 99
Ghosts, siehe Geisterchen
Glasprismenspektralapparat 2
Gold, Bandenspektrum im kleinen Bogen 77
„ Bogenspektrum 77
„ Funkenspektrum 134
Goldchlorid, Flammenspektrum 20
Graphit, Elektroden aus 87

H

Helligkeit des Magnesiumlichtes 18
Herstellung von Flammenspektren, Methoden der 7
„ „ „ nach J. M. Eder und E. Valenta, Apparat zur 7
Holmium (Neoholmium), Bogenspektrum 40
„ „ Funkenspektrum 101

I

Indium, Bogenspektrum 80
„ Funkenspektrum 137
Intensitätsmaximum der Spektrallinien 3
„International System“ 4, 64
„ „ „Secondary Standards“ im 64
Iridium, Bogenspektrum 74
„ Funkenspektrum 130

J

Jod, Erkennung auf spektralanalytischem Wege 16
Jodbaryum 15
Jodcalcium 22
Jodkupfer 16
Jodstrontium 14

K

Kalium, Bogenspektrum 23
„ Flammenspektrum 11
„ Funkenspektrum 88
Kaliumchlorat, Schwefel und Bleicarbonat, Zündsatzspektrum 17
Kaliumhypermanganat mit Magnesiumpulver, Spektrum des brennenden 16, 18
Kaliumnitrat, Flammenspektrum von Blitzlicht aus Magnesiumpulver und 18
Kleiner Bogen 3
Kobalt, Bogenspektrum 67
„ Funkenspektrum 123
„ metallisches oder Kobaltoxydsalze, Flammenspektrum 19
Kobaltchlorid, Flammenspektrum 19
Kobaltoxydsalze oder metallisches Kobalt, Flammenspektrum 19
Kohle an der Luft, Funkenspektrum der 86, 87
„ Bogenspektrum 83
„ Funkenspektrum der mit Wasser befeuchteten 87
„ Linienspektrum der elementaren 85
„ Verunreinigungen 22
Kohlebanden im Bogenspektrum 83

Kohleelektroden ... 3
Kohlenstofflinien ... 86
Komponenten des Thuliums: Tu I, II, III, Wellenlängen der ... 102
Konkavgitter, kleines Rowlandsches ... 2
Konstanz der Spektrallinien ... 4
Kupfer, Bogenspektrum ... 76
„ Funkenspektrum ... 132
Kupferbanden im Bogenspektrum ... 76
Kupferbromid, Flammenspektrum ... 16
Kupferchlorid, Flammenspektrum ... 15, 16
Kupferhältige Feuerwerkssätze ... 16
Kupferjodür, Flammenspektrum ... 16
Kupferoxydbanden ... 15
Kupfersalze, Bandenspektren ... 15
„ Flammenspektren ... 15

L

Lanthan, Banden im Bogenspektrum ... 30
„ Bogenspektrum ... 30
„ Funkenspektrum ... 93
Legierung, Edersche ... 139
Leuchtgas-Sauerstofflamme, Calciumoxydbanden in der . 13
Leuchtsatz von Magnesium und Ammoniumbichromat .. 18
Lindenkohle, Elektroden aus ... 87
Linien des Kohlenstoffes ... 86
Linienspektrum der elementaren Kohle ... 85
„ „ Luft ... 85
„ Phosphor im Bogenspektrum ... 83
„ Quecksilber ... 1
„ Sauerstoff ... 85
„ Stickstoff ... 85
Linienverschiebung, scheinbare ... 3
Literatur, siehe Seite 4 und die verschiedenen Fußnoten
Lithium, Bogenspektrum ... 22
„ Flammenspektrum ... 10
„ Funkenspektrum ... 87
Lithiumcarbonat, Blitzlicht aus Magnesium und ... 18
Luft, Funkenspektrum ... 85
„ Linienspektrum ... 85
Luftspektrum ... 85
„ im Funkenspektrum des Silbers ... 133
Lutetium, siehe Cassiopeïum

M

Magnesiumblitzpulver, Spektren verschiedener ... 7, 16, 18
Magnesium, Bogenspektrum ... 24
„ Feuerwerkssätze ... 7, 16, 18
„ Flammenspektrum ... 18
„ Funkenspektrum ... 90
Magnesiumchlorid, Flammenspektrum ... 18
„ Verbindungsspektrum ... 18
Magnesiumlicht, Helligkeit ... 18
Magnesiummetall und Strontiumnitrat, Spektrum einer brennenden Mischung von ... 14
Magnesiums, Spektrum des an der Luft brennenden ... 18
Mangan, Bogenspektrum ... 62
„ Flammenspektrum ... 16, 17
„ Funkenspektrum ... 119
Manganbanden im Bogenspektrum ... 62
Manganhalogenverbindungen, Flammenspektrum ... 16
Manganlinien als Standards im langwelligen Bezirke ... 66
Manganoxyd, Bandenspektrum ... 17
Manganoxydspektrum ... 16
Manganspektrum des kleinen Bogens zwischen Metallelektroden ... 63
Mascartsche Cadmiumlinien ... 136
Metall-Funkenspektren, Erzeugung der ... 85
Molybdän, Bogenspektrum ... 58
„ Funkenspektrum ... 114

N

Natrium, Bogenspektrum ... 22
„ Flammenspektrum ... 11
„ Funkenspektrum ... 88
Neodym, Bogenspektrum ... 50
„ Funkenspektrum ... 107
Neoholmium, siehe Holmium
Neoytterbium, siehe Aldebaranium
Nickel, Bogenspektrum ... 66
„ Flammenspektrum ... 19
„ Funkenspektrum ... 120
Nickelchlorid ... 19
Nickellinien als Standards im langwelligen Bezirke ... 66
Nickel- oder Nickeloxydsalze, Flammenspektrum ... 19
Niobium-Bogenspektrum ... 54
„ Funkenspektrum ... 110
Niobiumbanden im Bogenspektrum ... 54

O

Orthochrom, Sensibilisator für Trockenplatten ... 2
Osmium, Bogenspektrum ... 73
„ Funkenspektrum ... 129

P

Palladium, Flammenspektrum ... 20
„ Bogenspektrum ... 72
„ Funkenspektrum ... 128
Paladiumchlorür ... 20
Panchromatische Blitzlichtgemische ... 18
„ Platten, siehe Orthochrom u. Pinacyanol
Phosphor, Bandenspektrum im Bogenspektrum ... 83
„ Funkenspektrum ... 142
„ Linienspektrum im Bogenspektrum ... 83
Pinacyanol, Sensibilisator für Trockenplatten ... 2
Pinacyanolplatten ... 2
Platin, Bogenspektrum ... 75
„ Funkenspektrum ... 131
Praseodym, Bogenspektrum ... 48
„ Funkenspektrum ... 105
Prisma, Steinheilsches Compound- ... 2

Q

Quarzprismenapparat ... 3
Quarz-Quecksilberdampflampen-Spektrum ... 78
Quarzspektrograph ... 3
Quecksilber ... 21
„ Bandenspektrum ... 1
„ Bogenspektrum ... 78
„ Dampflampen-Spektrum ... 78
„ Funkenspektrum ... 136
„ Linienspektrum ... 1

R

Rhodium, Bogenspektrum 71
„ Funkenspektrum 127
Rowlandsche Standards, Umrechnung von Buisson-Fabry-Standards auf 4
Rowlandsches Konkavgitter, kleines 2
Rubidium, Bogenspektrum 23
„ Flammenspektrum 12
„ Funkenspektrum 89
Ruthenium, Bogenspektrum 69
„ Funkenspektrum 125

S

Samarium, Bogenspektrum 47
„ Funkenspektrum 92
Sauerstoff, Linienspektrum 85
Scandium, Bogenspektrum 37
„ Funkenspektrum 100
Scandiumoxyd, Banden im Funkenspektrum 100
„ Bandenkanten 38
Scheinbare Linienverschiebung 3
Schwefel, Flammenspektrum 20
„ Funkenspektrum 142
„ und Bleicarbonat, Spektrum eines Zündsatzes aus Kaliumchlorat 17
Schwefel und Chlorat, Gemisch mit Wismutcarbonat ... 17
„Secondary Standards“ im „International System“ 64
Selen, Bandenspektrum 20
Sensibilisatoren für Trockenplatten 2
Silber, Bandenspektrum 19
„ Bogenspektrum 77
„ Flammenspektrum 19
„ Funkenspektrum 133
Silicium, Bogenspektrum 83
„ Flammenspektrum 21
„ Funkenspektrum 141
Spaltbarkeit des Thuliums 42
Spektralapparate 2, 3
Spektrallinien, Intensitätsmaximum der 3
„ Konstanz der 4
Spektrograph, siehe Spektralapparate
Standards im langwelligen Bezirke, Nickel- und Manganlinien als 66
Standards von Buisson & Fabry 4
„ „ Mascart 136
Steinheilsches Compoundprisma 2
Stickoxydbanden, Emissionsspektrum 10, 87
Stickstoff, Bandenspektrum 85
„ Linienspektrum 85
Strontium, Bogenspektrum 27
„ Flammenspektrum 13
„ Funkenspektrum 91
Strontiumbanden im Bogenspektrum 27
„ „ Funkenspektrum 91
Strontiumbromid, Flammenspektrum 14
Strontiumbromidbanden 28
Strontiumchlorid, Flammenspektrum 14
Strontiumchloridbanden 28
Strotiumjodid, Flammenspektrum 14
Strontiumnitrat, Flammenspektrum 18
„ und Magnesiummetall, Spektrum einer brennenden Mischung von 14
Strontiumoxyd, Banden im Bogenspektrum 28
Strontiumoxyd, Flammenspektrum 14
Swansches Spektrum 1, 7, 8

T

Tafeln, Wellenlängenangaben auf den 4
Tantal, Bogenspektrum 55
„ Funkenspektrum 111
Tellur, Bandenspektrum 20
„ Bogenspektrum 83
„ Flammenspektrum 20
„ Funkenspektrum 142
Terbium, Bogenspektrum 38
„ Funkenspektrum 101
Terbiumoxydbanden im Funkenspektrum 101
Thallium, Bogenspektrum 81
„ Funkenspektrum 138
Thorium, Bogenspektrum 35
„ Funkenspektrum 98
Thoriumnitrat, Gemisch mit Magnesium 18
Thoriumoxydbanden im Bogenspektrum 35
„ „ Funkenspektrum 98
Thulium, aldebaraniumhältige Fraktion 42
„ Bogenspektrum 42
„ Funkenspektrum 101, 102
„ Komponenten: Tu I, II, und III, Wellenlängen 102
„ Spaltbarkeit 42
Titan, Bogenspektrum 31
„ Flammenspektrum 18
„ Funkenspektrum 94
Titanbanden im Bogenspektrum 31
Titantetrachlorid, Flammenspektrum 18
Transformator 3
Tu I, II und III, Komponenten des Thuliums, Funkenspektren 102

U

Ultraviolett, Filter für 2
Uran, Bogenspektrum 61
„ Funkenspektrum 118

V

Vakuum, Bogenspektrum im 3
Vanadium, Bogenspektrum 52
„ Funkenspektrum 108
Verbreiterungserscheinungen von Funkenlinien des Calciums 90
Verunreinigungen der Kohle 22

W

Wasserbanden, ultraviolette 9
Wasser, Bogenspektrum unter 3
Wasserdampf, Emissionsspektrum 8, 9
„ Funkenspektrum 143
„ Verbindungsspektrum 7
Wismut, Bogenspektrum 82
„ Flammenspektrum 17
„ Funkenspektrum 140
Wismutcarbonat, Flammenspektrum 17
„ Schwefel und Chlorat, Zündsatzflamme 17
Wismutchlorid, Bandenspektrum 17
Wolfram, Bogenspektrum 60
„ Funkenspektrum 116
Woodsche Rolle, siehe Transformator

Y

Ytterbium, siehe Cassiopeïum und Aldebaranium
Yttrium, Banden im Funkenspektrum ... 92
„ Bogenspektrum ... 29
„ Funkenspektrum ... 92
„ Oxydbanden im Bogenspektrum ... 29

Z

Zink, Bogenspektrum ... 79
„ Funkenspektrum ... 135
Zinknitrat, Gemisch mit Magnesium ... 18
Zinn, Bogenspektrum ... 81
„ Flammenspektrum ... 17
„ Funkenspektrum ... 138
Zinnoxydbanden ... 17
Zinnverbindungen ... 17
Zirkonium, Bandenspektrum ... 32
„ Bogenspektrum ... 32
„ Funkenspektrum ... 97
Zündsätze, Spektralerscheinungen ... 7, 14, 15, 16, 17

EINLEITUNG.

Für die Kenntnis der Spektralerscheinungen ist deren bildliche objektive Darstellung von großem Werte. Insbesondere bei chemischen und physikalischen Untersuchungen auf spektralanalytischem Gebiete sind Abbildungen der typischen Spektralerscheinungen des Flammen-, Bogen- und Funkenspektrums sehr förderlich und eine willkommene Ergänzung der spektrometrischen Wellenlängenmessungen. Es liegen mehrfache Arbeiten auf diesem Gebiete vor: ein mit klassischen, gezeichneten und von Künstlerhand gestochenen Kupfertafeln versehenes Werk von Lecoq de Boisbaudran „Spectres lumineux“, Paris 1874, welches eine Anzahl sichtbarer Spektren des prismatischen Spektrums kleiner Dispersionen enthält, und zwar hauptsächlich die spektralanalytischen Flammenreaktionen und einige wenig entwickelte Funkenspektren.

Der erste Versuch der photographischen Abbildung einer Reihe von Spektren wurde mittels unzulänglicher kleiner Glasapparate von Rand Capron in seiner Publikation „Photographed Spectra“ (London 1877) gemacht; jedoch mangelt jede Orientierung nach Wellenlängen und die violette Zone der Spektren ist zufolge Unzulänglichkeit der verwendeten dicken Glasprismen nur fragmentarisch zu sehen.

Der eine von uns begann im Jahre 1884 seine Untersuchungen über Spektrumphotographie [1]) unter Verwendung eines Glasspektrographen (drei Flintglasprismen und ein Objektiv von 60 *cm* Fokus), woran sich im Jahre 1890 spektralanalytische Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im Ultraviolett mit einem Schumannschen Quarzspektrographen (ein Cornusches Prisma und Linsen von 75 *cm* Fokus für die Na-Linie) anschlossen, wobei die kurzwelligen Banden des Swanschen Spektrums in brennenden Kohlenwasserstoffen entdeckt wurden. An diese reihte sich (1892) die Auffindung des ultravioletten Teiles der Ammoniak-Leuchtgasflamme. Damals wurden Hartleysche Standards benützt. Es war dies die erste Anwendung der Photographie zur Spektrometrie in Österreich [2]), welcher andere seit 1893 in Gemeinschaft von uns beiden folgten. Wir versuchten dann leistungsfähigere Glasprismenapparate mit Compoundprisma und Objektiven von größerer Brennweite, größere Quarzspektrographen, die Kombination eines Rowlandschen Plangitters mit Bergkrystalllinsen zu verwenden und begannen im Jahre 1895 die Arbeiten mit einem kleinen Rowlandschen Konkavgitter [3]) und schließlich mit einem großen Konkavgitter hervorragender Leistungsfähigkeit (seit 1898). Mit diesen Spektralapparaten von verschiedenartigster Konstruktion untersuchten wir (unter bezug auf Rowland-Kaysersche Standards) eine Anzahl von Spektren einfacher und zusammengesetzter Körper. Zunächst die Flammenspektren der Alkalien und Erdalkalien in der Bunsenflamme, deren ultravioletten Teil wir zuerst spektrometrisch untersuchten (1893); bei der Untersuchung des Quecksilberspektrums im Funken, sowohl an der Luft als im Geisslerschen Rohre, wurden das damals unbekannte Hg-Bandenspektrum und das linienreiche weiße Hg-Linienspektrum entdeckt, welche Arbeit von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien preisgekrönt wurde (1895). Es folgten dann Wellenlängenmessungen und Untersuchungen über das Spektrum der Ammoniak-Sauerstofflamme, jenes von Quecksilber, Argon, Kupfer, Silber, Gold, Magnesium, Calcium, Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt im äußersten Ultraviolett; ferner wurden im sichtbaren Bezirke die Funkenspektren von Luft, Aluminium, Antimon, Baryum, Blei, Cadmium, Calcium, Chrom, Eisen, Gold, Indium, Kobalt, Kupfer, Lanthan, Lithium, Mangan, Molybdän, Nickel, Silber, Strontium, Tantal, Tellur, Thallium, Titan, Vanadium, Wismut, Wolfram, Zink, Zinn, dann die langwelligen Spektren von Aldebaranium, Cassiopeïum, Dysprosium, Erbium, Gadolinium, Lanthan, Europium, Neoholmium, Samarium, Yttrium, Zirkon, Thulium und in der Folge (1910) von Aluminium, Cerium, Niob, Mangan, Molybdän, Neodym, Praseodym, Tantal, Thorium, Titan, Uran, Vanadium, Wolfram, den Platinmetallen etc. untersucht.

Inzwischen war (1905) der fast alle Elemente umfassende, von August Hagenbach und Heinrich Konen herausgegebene, äußerst wertvolle „Atlas der Emissionsspektren der meisten Elemente“ (Verlag von Gustav Fischer in Jena, 1905) erschienen; die Genannten bedienten sich eines kleinen Rowlandschen Konkavgitters von 1 *m* Krümmungsradius, kopierten die auf photographischem Wege erhaltenen negativen Spektralbilder als Diapositive, photographierten eine Wellenlängenskala und ließen darnach Heliogravüren herstellen. In dieser Publikation erscheinen die Linienspektren hell auf dunklem Grunde; bei dem Umkopieren der Originalnegative gingen aber viele Details verloren, so daß die Deutlichkeit stark litt. Photo-

[1]) J. M. Eder, Über das Verhalten der Haloïdverbindungen des Silbers gegen das Sonnenspektrum und die Steigerung ihrer Empfindlichkeit durch Farbstoffe, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. XC, Abt. II, 1884, S. 1097.

[2]) J. M. Eder, Über das sichtbare und ultraviolette Emissionsspektrum schwach leuchtender verbrennender Kohlenwasserstoffe (Swansches Spektrum) und der Oxyhydrogenflamme (Wasserdampfspektrum), Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1890; ferner: Eder, Über das sichtbare und ultraviolette Emissionsspektrum der Ammoniak-Oxygenflamme, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1892.

[3]) J. M. Eder und E. Valenta, Über die Spektren von Kupfer, Silber und Gold, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, November 1895.

graphien prismatischer Spektren fehlen in Hagenbach-Konens Atlas. Der im Jahre 1910 erschienene Atlas der Funkenspektren von Charles E. Gissing (Spark Spectra of the metals, London, Verlag von Baillière, Tindall and Cox) enthält Spektrumphotographien, welche mittels eines Glasprismenapparates hergestellt sind und den sichtbaren Teil des Spektrums umfassen. Die Dispersion des von Gissing benutzten Apparates ist ungefähr dieselbe wie jene unseres Glasspektrographen, aber die Definition der Linien in Gissings Tafeln läßt viel zu wünschen übrig, wozu auch die gewählte weniger präzise Reproduktionsart (Autotypie) beigetragen haben mag.

Auf Grund unserer vielfachen Versuche gewannen wir die Überzeugung, daß eine etwas größere Dispersion der Gitterspektrogramme als jene in Hagenbach und Konens Atlas und ihre Ergänzung mit Glas- und Quarzspektrogrammen wünschenswert sei; ferner ist unzweifelhaft die unmittelbare heliographische Reproduktion der Originalnegative der Spektrumphotographien, welche schwarze Linien auf weißem Grunde liefert, vorteilhafter, weil sie weit übersichtlichere Resultate und klarere Heliogravüren gibt, als das Umkopieren der Originalnegative zu Diapositiven für die heliographische Reproduktion.

Deshalb entschlossen wir uns, diesen Weg einzuschlagen, um unsere langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiete der photographischen Spektralanalyse zur Herstellung eines neuen Tafelwerkes mit tunlichst genauer Orientierung der Spektrogramme nach Wellenlängen zu verwerten und arbeiteten seit nunmehr fünf Jahren ununterbrochen an dieser mit Schwierigkeiten aller Art verbundenen Aufgabe.

Für unser Tafelwerk benützten wir ein kleines Rowlandsches Konkavgitter von 146 *cm* Krümmungsradius in Rowlandscher Aufstellung. Die optische Achse des Gitters fällt bei dieser Anordnung mit der Kameraachse zusammen, so daß die photographische Platte stets senkrecht auf der Gitterachse steht (Gitter und Kamera sind aber fix verbunden). Entsprechend der Wölbung der Bildfläche wurden die photographischen Platten gebogen; dies geschah durch Metalleinlagen, welche auf den geeigneten Krümmungsradius abgedreht waren, die eine konvex, die andere konkav; zwischen beide kam die nur 1 *mm* dicke biegsame photographische Platte von 30 *cm* Länge und 8 *cm* Breite. Die Krümmung der Platten hat theoretisch auf den halben Krümmungsradius des Gitters zu erfolgen.[1])

Unser kleines Gitter zeigt, wenn auch nur in geringem Grade, sogenannte „Geisterchen" („Ghosts"); sie treten beiderseits symmetrisch bei auffallend hellen Hauptlinien auf und sind nur an einzelnen Spektrographien unserer Tafeln bemerkbar, ohne jedoch störend zu wirken. Die Dispersion unseres kleinen Gitters ist merklich größer als bei Hagenbach-Konen und gelang die übersichtliche Abbildung der Spektren in zwei Teilen (sichtbarer und ultravioletter Teil) im Format unserer Tafel recht gut. Es wurde das Spektrum erster Ordnung photographiert, und zwar für das sichtbare Spektrum unter Vorschaltung einer mit Äsculin oder Chininsulfatlösung gefüllten Glaswanne. Von Abbildungen der mit unserem großen Rowlandschen Konkavgitter erzielten Spektrumphotographien, welche wir zu unseren eigenen Wellenlängenmessungen benützten, sahen wir in diesem „Atlas" ab, weil die Tafeln viel zu ausgedehnt geworden wären.

Dagegen hielten wir die Einbeziehung von Spektrographien mittels Prismenspektrographen für notwendig, weil die meisten Chemiker und Physiker sich bei spektralanalytischen Untersuchungen der leicht zu beschaffenden Glas- und Quarzspektrographen bedienen und namentlich auch dem Chemiker bei Beobachtungen im sichtbaren Spektralbezirke in der Regel nur Glasprismen-Spektralapparate zur Verfügung stehen. Diese sind auch ohne Zweifel für gewisse spektralanalytische Zwecke vorzüglich geeignet, wenn auch die im Rot relativ zusammengedrängten und im Violett auseinandergezogenen Spektren einen anderen Anblick gewähren als die normalen Gitterspektren. Mitunter sind die Unterschiede, namentlich beim Betrachten von Bandenspektren, so groß, daß man dasselbe Spektrum im Spektralapparate kleiner und großer Dispersion beim ersten Anblick kaum wiedererkennt. Auch die scheinbare Lage der Helligkeitsmaxima der Banden oder Bandenköpfe schwankt in solchen Fällen. Unsere Tafeln geben mannigfache Beispiele dieser Art.

Gerade dieser Umstand aber bewog uns, die typischen Spektren auch im Glasprismen-Spektralapparate zu studieren und abzubilden, wobei wir eine Dispersion wählten, welche ungefähr den Spektren im Lecoq du Boisbaudranschen Kupfertafelwerk entspricht, jedoch im violetten Spektralbezirke entschieden verläßlicher und detailreicher als bei letzterem ist, weil ja die subjektiven Okularbeobachtungen im äußeren Violett schon sehr unsicher sind.

Von den verschiedenen uns zur Verfügung stehenden Glasspektrographen mit einem und mehreren Prismen wählten wir den von uns bereits beschriebenen Apparat[2]) mit einem Steinheilschen Compoundprisma (aus einem Flintglas- und zwei Crownglasprismen verkittet, Fig. 1). Als Objektive dienten zwei einfache Crownglasobjektive (nicht achromatisiert) von zirka 60 *cm* Fokus; die Kassette wurde schräg zur Kameraachse gestellt, um die kürzere Vereinigungsweite der stärker brechbaren Strahlen und die längere der roten Seite des Spektrums zu kompensieren. Für die Aufnahmen im sichtbaren Teile des Spektrums wurden die Platten durch Baden in Lösungen von Pinacyanol und Orthochrom (von den Farbwerken vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst am Main) sensibilisiert[3]) und im ventilierten Trockenschranke rasch getrocknet[4]). Man erhält hierdurch Platten mit ziemlich gleichmäßiger Sensibilisierung von Grün bis Orangerot; ein schwaches Minimum der Empfindlichkeit im Blaugrün ist jedoch bei zahlreichen unserer Spektrumphotographien bemerkbar. Für das äußerste Rot leistet Dicyanin bessere Dienste. Linien, die auf Pinacyanolplatten im Rot sehr

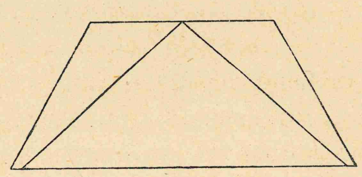


Fig. 1.

[1]) Genauere Beschreibung unseres Gitterspektrographen siehe J. M. Eder und E. Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, November 1895.

[2]) Eder und Valenta, Die verschiedenen Spektren des Quecksilbers, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1894. Anhang: Beschreibung eines lichtstarken Glasspektrographen. — Vergleiche auch Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie, I. Bd., III. Teil, 3. Aufl., Halle a. S. 1911.

[3]) Unsere Arbeitsvorschrift zum Sensibilisieren von (zumeist von der Schleußnerschen Trockenplattenfabrik in Frankfurt a. M. bezogenen) Bromsilbergelatinetrockenplatten lautet: 0·75 *g* Orthochrom und 0·25 *g* Pinacyanol werden in 600 cm^3 Alkohol und 400 cm^3 Wasser gelöst. Von dieser Lösung werden zum Gebrauche 20 cm^3 mit 400 cm^3 Alkohol verdünnt und 600 cm^3 Wasser zugesetzt. Die lichtempfindlichen Platten werden in letzterer Lösung durch fünf Minuten im Finstern gebadet und im ventilierten Trockenschranke bei zirka 20 bis 22° C. rasch getrocknet. — Orthochrom allein sensibilisiert besser für Grün und Blaugrün; Pinacyanol allein sensibilisiert bei kurzer Belichtung bis zirka 6800 kräftig, bis 7000 mäßig und bis über 8000 sehr schwach. Dicyanin sensibilisiert relativ gut für Rot, drückt aber die Gesamtempfindlichkeit der Bromsilberplatten stark herab.

[4]) Werden die Platten nicht rasch getrocknet, so resultiert meistens eine mehr oder weniger starke „Verschleierung der Platten".

schwach erscheinen, bilden sich auf Dicyaninplatten kräftig ab. Wir haben auf Tafel XX und XXI die Spektrumphotographien einer Anzahl von Bogenspektren vom Gelb bis ins äußere Rot reproduziert, um diesen Spektralbezirk an einigen bemerkenswerten Beispielen zu demonstrieren und die Abhängigkeit der scheinbaren photographischen Helligkeit der Linien von der Art des Farbensensibilisators zu illustrieren.

Andrerseits erstreckt sich unser Atlas auf das äußerste Ultraviolett.

Einen vorzüglichen Behelf zum Studium der ultravioletten Spektren geben die Quarzprismenapparate, welche bei sorgfältiger Anordnung das Photographieren bis ins äußerste Ultraviolett gestatten und an Helligkeit im kurzwelligen Spektralbezirke den Gitterspektrographen stark überlegen sind.

Uns standen zwei Quarzspektrographen mit je einem zweiteiligen Bergkrystallprisma zur Verfügung; die Prismen waren entsprechend der Cornuschen Anordnung aus je einem rechts und einem links drehenden 30° Prisma, welche senkrecht zur optischen Achse geschnitten waren (Fig. 2), gewählt worden. Sie waren ohne Kitt zusammengestellt. Als Collimatorlinse und als Objektiv diente je eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Bergkrystallinse[1]). Bei einem Apparat war der Fokus dieser Linsen 100 *cm*, bei dem zweiten 75 *cm* (für die gelbe Natriumlinie). Ersteren benützten wir zur Aufnahme des Spektrums vom Blau bis ca. 2000 A. E., den letzteren für das äußerste Ultraviolett, welches sich überhaupt in atmosphärischer Luft photographieren läßt.

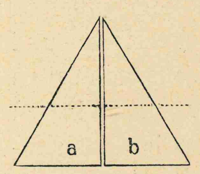


Fig. 2.

Die Einstellung und Neigung der Kassette war derartig gewählt, daß das äußerste Ultraviolett bis Blau mit befriedigender Schärfe auf einer einzigen Platte abgebildet werden konnte. Man erzielt auf diese Weise sehr übersichtliche Spektrumphotographien, welche den Wert dieser leicht zu beschaffenden Spektralapparate für die angewandte Spektralanalyse dokumentieren und ihre Anwendbarkeit wesentlich fördern.

Die ultravioletten Spektren der meisten Stoffe sind so eminent charakteristisch, die auflösende Kraft der Quarzspektrographen so befriedigend, ihre Widerstandsfähigkeit gegen die im Laboratorium mitunter auftretenden Dämpfe so groß, daß der Photochemiker komplette Analysen auch der seltenen Elemente mit solchen Apparaten vornehmen kann, während Original-Konkavgitter schwer zu beschaffen sind und Abklatschgitter im Ultraviolett wenig Wert haben.

Im sichtbaren Spektralbezirk ist jedoch die Dispersion des Quarzspektrographen zu gering. Deshalb bearbeiteten wir das sichtbare Spektrum mit Glasprismen, das ultraviolette mit Quarzapparaten und es gelang uns so die Lösung der gestellten Aufgabe. Wir teilen der Übersichtlichkeit halber die von uns untersuchten und heliographisch abgebildeten Spektren in drei Gruppen: Flammen-, Bogen- und Funkenspektren.

Die Flammenspektren wurden in der Bunsenflamme und im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse hergestellt; die Bogenspektren im elektrischen Flammenbogen (Leitung von 110 Volt, beziehungsweise 220 Volt), teils zwischen Kohleelektroden, teils mit schwächerem Strom zwischen Metallelektroden („kleiner Bogen").

Bei Herstellung der Funkenspektren diente zur Transformierung des Stromes auf die entsprechend hohe Spannung bei Gleichstrom ein Ruhmkorffsches Induktorium, bei Wechselstrom ein unter dem Namen „Woodsche Rolle" bekannter Transformator[2]); beide Apparate wurden unter Einschaltung einiger Leydenerflaschen verwendet.

Als Elektroden benützten wir Kohleelektroden, sowie solche aus den betreffenden Metallen und wurde der Funke entweder an der Luft oder im Wasserstoffstrome überschlagen gelassen. Die Kohleelektroden waren von der Fabrik elektrischer Kohlen Schiff & Comp. in Schwechat für unsere Zwecke eigens aus reinem Gasruß gepreßt und durch Glühen leitend gemacht worden. Sie bildeten dünne Kohleröhrchen, welche mit der zu verdampfenden Substanz gefüllt wurden und nahmen daher mehr von derselben auf als Kohlestäbchen, welche Einrichtung die Herstellung gut entwickelter Spektren wesentlich erleichtert.

Es mag gestattet sein, diese bei Einhaltung der Versuchsbedingungen leicht wiederherstellbaren Spektren als „typische" zu bezeichnen, wenn auch bekanntlich die Hauptformen aller drei Gruppen ineinander übergehen können und je nach der Erregungsart die Spektren ein und derselben Gruppe Variationen unterworfen sind. Sogar die Spektren der gewöhnlichen Bunsenflamme variieren, je nachdem man die Leuchtgasflamme durch gesteigerte Luftzufuhr mehr oder weniger anfacht, die Temperatur dadurch etwas ändert und andrerseits die Oxydation befördert; auch die verschiedenen Teile der Flammenkegel geben Variationen des Spektrums.

Zur Erzeugung von Bogenspektren diente in der Regel die untere Kohleelektrode als Anode; sie trug die zu untersuchende Substanz, da manche Bogenspektren auf diese Weise leicht zustande kommen. Bei leicht flüchtigen und gut leitenden Metall- oder Verbindungsdämpfen entsteht bei entgegengesetzter Stromzuleitung ebenso leicht das betreffende Emissionsspektrum.

Auch die Bogenspektren können sich mit der Stromstärke ändern; immerhin gibt der zwischen starken Kohleelektroden mittels Gleichstrom von 110 bis 220 Volt erzeugte elektrische Lichtbogen bei gewöhnlichem Atmosphärendruck ziemlich konstante Spektren. Dagegen sind die Spektren der mit schwachen Strömen zwischen Metallelektroden erzeugten „kleinen" Lichtbögen wohl ähnlich, aber nicht völlig gleich den Spektren der großen Lichtbögen. Wir publizieren einige Beispiele dieser Art auf den Tafeln XXV, XXVI, XXX. Trotz alledem bleibt der Typus des Bogenspektrums gegenüber dem abweichenden Funkenspektrum gewahrt. Läßt man aber den elektrischen Flammenbogen unter Wasser, in verschiedenen Gasen oder im Vakuum entstehen, so ergeben sich mannigfache Änderungen der hier vorgeführten „typischen Spektren", auf welche aber vorläufig nicht eingegangen werden soll.

Bei der Herstellung von Spektrumphotographien und ihrer Ausmessung soll die Vermeidung von Irrtümern tunlichst dadurch ausgeschlossen werden, daß für präzise Messungen von Linien nur relativ kurz belichtete Platten zu verwenden sind, damit das Intensitätsmaximum (der „Schwerpunkt") der Spektrallinien sichergestellt werden kann.

Viele Spektrallinien sind einseitig verbreitert, so daß z. B. die gegen Rot zu liegende Seite einer Linie bei zunehmender Belichtungszeit und Dampfmenge sich stärker verbreitert als die andere Seite. Bei einer reichlich belichteten und langentwickelten Platte entspricht der Schwerpunkt einer einseitig verbreiterten Linie dann nicht mehr dem Schwerpunkt (Intensitätsmaximum) dieses keilförmig abschattierten Streifens; dadurch wird eine scheinbare Linienverschiebung (Wellenlängenänderung der Linie) vorgetäuscht, welche irr-

[1]) Die detaillierte Beschreibung dieser Einrichtung s. Eder a. a. O.

[2]) Beschreibung siehe Eder und Valenta, Über die Spektren von Kupfer, Silber und Gold. Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, November 1895.

tümlich mit steigendem Partialdruck des Dampfes im Flammenbogen in Zusammenhang gebracht wurde. Umkehrungsphänomene erscheinen bei unsymmetrisch verbreiterten Linien exzentrisch, koïnzidieren aber stets mit dem korrekt ermittelten Schwerpunkt der nicht umgekehrten Linie.

Wir haben auf diese Konstanz der Spektrallinien wiederholt hingewiesen[1]) und den Weg angegeben, wie man sich durch korrekte Belichtung und photographische Entwicklung vor Täuschungen über die vorherige Lage des Schwerpunktes bewahren kann. Die langen und kurzen Belichtungen spielen aber dieselbe Rolle wie eine große oder geringe Dichte des Metalldampfes.

Wenn es vielleicht vorkommen kann, daß manche einfach erscheinende Linie in Wirklichkeit komplex ist und bei verschiedenen Erregungsarten des Spektrums oder bei Temperatursteigerung im zischenden Bogen die eine oder andere Komponente stärker wird, somit der Schwerpunkt des Komplexes sich verschiebt, so sind diese Fälle Ausnahmen. Als Regel gilt: Die Wellenlänge bleibt konstant, wenn man die Lage des Intensitätsmaximums richtig mißt, was auch für zusammengesetzte wie für unsymmetrisch verbreiterte Linien gilt. In unseren Tafeln ersieht man zahlreiche Beispiele solcher symmetrischer wie unsymmetrischer Verbreiterungserscheinungen. Auch der Schwerpunkt analoger Linien im Funken- und Bogenspektrum kann als konstant angesehen werden, wenn man die häufig einseitige Verbreiterung ausscheidet. Wenn trotzdem die Zahlen in den Wellenlängentabellen für analoge Funken- und Bogenlinien nicht völlig identisch gefunden werden, so liegt dies wahrscheinlich in den nicht leicht zu überwindenden Schwierigkeiten bei der Herstellung von Spektrumphotographien und deren Ausmessung. Wir haben in unseren Tabellen die tatsächlich gefundenen Werte der eigenen oder fremden Messungen eingesetzt, selbst wenn wir überzeugt waren, daß die Differenzen nur in Beobachtungsfehlern liegen. Die Differenzen beeinträchtigen übrigens die Verwendbarkeit unserer Tafeln und der erläuternden Tabellen nicht.

Auf unseren Tafeln sind nicht nur die Spektrumphotographien abgebildet, sondern es wurden auch bei zahlreichen Linien die Wellenlängen bestimmt und zur Erleichterung der Orientierung neben die betreffenden Linien in die Kupferdruckplatten eingraviert. Die 53 Tafeln enthalten über 16.000 derartige Wellenlängenangaben. Die approximativen Zahlen sind, obwohl sie nur auf Angströmsche Einheiten lauten, dennoch genau genug, um mit Hilfe der beigegebenen ergänzenden, die charakteristischen Linien enthaltenden Wellenlängentabellen eine sichere Identifizierung der Spektren zu gestatten. Diese Tabellen sind zum Teil unter Benützung unserer eigenen Wellenlängenmessungen, zum Teil nach den Messungen Rowlands, Kaysers, Hasselbergs, Exner und Hascheks u. a. gearbeitet worden.

Sämtliche Wellenlängenangaben beziehen sich auf Rowlandsche Standards, welche wir auch unseren sämtlichen eigenen Messungen zugrunde legten und welche auch von Exner und Haschek für ihre „Wellenlängentabellen" benützt wurden. Das System der in Meudon 1907 abgehaltenen dritten Konferenz der „Internationalen Vereinigung für Sonnenforschung" gibt auf Grund der Messungen von Buisson und Fabry etwas niedrigere und wohl auch genauere Werte der Wellenlängen[2]). Durch Multiplikation der Buisson und Fabryschen Werte mit dem Faktor 1,0000373 erhält man die Wellenlängenzahlen des Rowlandschen Systems[3]).

Zum näheren Studium aller Nebenlinien und anderer Details der Spektren muß auf die betreffenden Originalabhandlungen verwiesen werden, ferner auf W. Watts „Index of Spektra", Manchester 1889 u. ff., auf H. Kaysers grundlegendes „Handbuch der Spektroskopie" (Leipzig 1900 u. ff.) und insbesondere auf Exner und Hascheks verdienstvolles Werk „Wellenlängentabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Funken- und Bogenspektren der Elemente" (Wien 1902 und 1904). Von letzterer wichtigen Publikation ist die 2. Auflage, wie uns die Herren Verfasser mitteilen, unter der Presse. Dieselbe umfaßt Wellenlängenangaben des gesamten sichtbaren und ultravioletten Spektrums der Elemente und es soll daher auf dieses Werk ganz besonders hingewiesen werden.

Die Heliogravüren der von uns photographierten Spektren wurden zum Teil an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt, zum Teil am k. u. k. Militärgeographischen Institute geätzt. In den Kupferplatten unserer Tafeln haben wir nicht nur Wellenlängenskalen eingravieren lassen, sondern es wurden auch, wie erwähnt, zahlreiche Wellenlängenzahlen nächst den betreffenden Linien eingestochen — eine enorme Arbeit, in welcher wir in dankenswertester Weise vom k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien, insbesondere durch Herrn Generalmajor Freiherrn von Hübl, gefördert wurden.

Spektrallinien, welche von Verunreinigungen herrühren, haben wir in vielen Fällen besonders markiert. Durch diese Anordnung wird die Übersichtlichkeit der Spektren in unserem Atlas in einem bisher noch nicht erreichten Maße erzielt. Die eingravierten Wellenlängen sind Näherungswerte auf ungefähr eine Angströmsche Einheit. Diese Zahlen genügen nicht in allen Fällen, weshalb wir die wichtigsten Linien der typischen Spektren in Hundertel Angströmsche Einheiten in Tabellenform beigeben. Die Intensitätsangaben der Spektrallinien sind bei einer relativen Vergleichung an ein und derselben Platte in kleineren Bezirken der Spektrumphotographie ziemlich gut möglich; sie werden aber leider recht unsichere Schätzungen, wenn man verschiedene photographierte Aufnahmen auf verschiedenartig farbenempfindlichen Platten mit variabler Belichtungszeit, Dampfmenge oder Erregungsart vergleicht. Trotzdem sind diese Helligkeitsschätzungen für die Charakteristik der Spektren wertvoll und können in der angewandten Spektralanalyse nicht entbehrt werden, weshalb wir sie auch in unseren erläuternden Tabellen beibehielten. Die Besichtigung unserer Spektraltafeln gibt über die Lage der typischen Linien der verschiedenen Spektren übrigens sehr rasch Auskunft.

Die Materialien bezogen wir teils von E. Merck in Darmstadt, teils von anderen Firmen, die seltenen Erden stellte uns in reinem Zustande Herr Dr. Freiherr Auer von Welsbach, die reinen Metalle der Platingruppe die Firma Heraeus in Hanau in liebenswürdigster Weise zur Verfügung.

Die Spektrumphotographien und heliographischen Tafeln unseres „Atlas typischer Spektren" waren im Jahre 1909 zum Teil fertiggestellt und auf der Internationalen Photographischen

[1]) Eder und Valenta, Über das Funkenspektrum des Calciums und Lithiums und seine Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1898; ferner: Unveränderlichkeit der Wellenlängen im Funken- und Bogenspektrum des Zinks, Oktober 1903; auch: Beiträge zur Photographie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 333 und 418.

[2]) Vergleiche H. Kayser, Normalen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System, Zeitschrift für wissensch. Photogr., 1911, S. 178.

[3]) J. Hartmann, Normallinien aus dem Bogenspektrum des Eisens im definitiven Rowlandschen System, Physikalische Zeitschrift, Bd. X, S. 121.

Ausstellung in Dresden 1909 nebst anderen Anwendungen der Photographie in der Wissenschaft im österreichischen Reichspavillon daselbst ausgestellt.

Die spektrometrischen Messungen fanden sich aber in der Literatur nicht genügend umfassend vor, um die Orientierung der Lage der Spektrallinien in abschließender Form möglich zu machen. Deshalb waren wir genötigt, an einer großen Zahl von Elementen genaue Wellenlängenmessungen vorzunehmen, welche wir ausführlich in den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in den Jahren 1909 und 1910 mitteilten und auszugsweise, insoweit sie zum Verständnis des Tafelwerkes und für dessen Anwendung zum Zwecke der Spektralanalyse erforderlich sind, in dasselbe aufnahmen.

Die Herausgabe unseres Atlas typischer Spektren wurde durch die tatkräftige Förderung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht, welche im Jahre 1908 beschloß, den Atlas als selbständiges Werk auf Kosten der Treitlstiftung herauszugeben.

Wir drücken der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, sowie allen Förderern unseres Werkes den verbindlichsten Dank hierfür aus.

Wien, im März 1911.

J. M. Eder und E. Valenta.

Photochemisches Laboratorium der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

I. FLAMMENSPEKTREN.

Von den verschiedenen Methoden der Herstellung von Flammenspektren wählten wir meistens folgende Arten der Einführung der Substanz in die Flamme:

1. Einführung einer Salzlösung oder eines wässerigen Breies der Substanz mittels eines kreisförmig geschnittenen, schräg gestellten Platindrahtnetzes, das mit der unteren Seite in die Salzlösung ragt, mit der oberen die Bunsenflamme passiert und mittels eines Uhrwerkes bewegt wird[1]). Figur 3 zeigt diese Anordnung: Das Postament *p* trägt den mit Platinring versehenen Bunsenbrenner *b* und die Nickelscheiben *s*; zwischen diese ist das Platindrahtnetz *n* eingeklemmt, welches einerseits in das Gefäß *g*, andrerseits in die Flamme ragt. Die Achse *a* wird mittels des Conus *c* durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt. Das Platinnetz wird hierbei in *g* mit den betreffenden Salzlösungen kontinuierlich imprägniert und gestattet die für unseren Zweck erforderlichen Dauerbelichtungen bis zu mehreren Stunden.

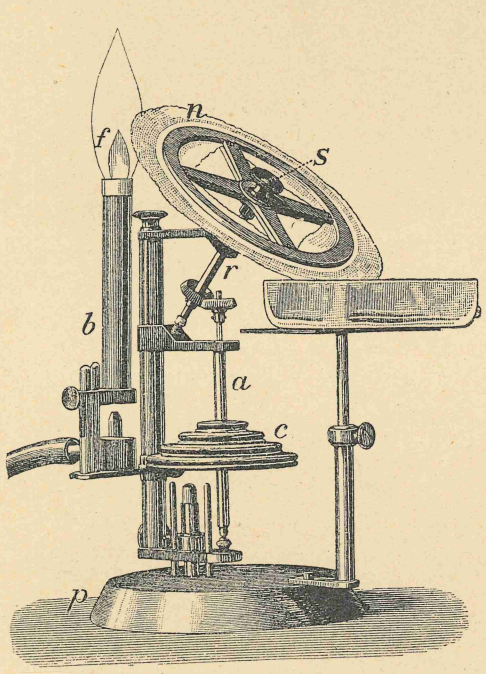


Fig. 3.

2. Einrollen der trockenen Substanz in eine Filtrierpapierrolle, welche langsam in eine mittels des Linnemannschen Gebläses hergestellte Leuchtgas-Sauerstofflamme geschoben wird. Typisch voll entwickelte Spektren erhält man leicht bei Anwendung großer Substanzmengen; die derart erzeugten Flammenspektren sind heller und linienreicher als bei Benützung der Bunsenflamme.

3. Verflüchtigen der Substanz in einem Wasserstoffstrome mittels Durchleiten von Wasserstoff durch flüchtige Verbindungen (Zinntetrachlorid, Chromylchlorid etc.) oder durch Erhitzen in einer schwer schmelzbaren Glasröhre und Überleiten von Wasserstoff oder durch Verstäuben von Salzlösungen mit dem Luftgebläse oder mit elektrolytischer Wasserstoffentwicklung von Salzlösungen, wobei der entwickelte Wasserstoff die Lösungspartikelchen mitreißt oder Verstäuben von Metallelektroden (nach Hemsalech und Watteville, Compt. rend., Bd. CXLIV, S. 1338), z. B. Verstäuben von Metallen im Flaschenfunken an der Luft, welche dann in einen Bunsenbrenner geleitet wird.

Die Flammenlinien und Banden variieren bekanntlich in den verschiedenen Teilen des Flammenkegels, manche auch mit der Menge des zutretenden Sauerstoffes; letzteres tritt namentlich dann ein, wenn dissoziierende Chloride vorliegen, deren Verbindungsspektren mehr oder weniger in oxydische Spektren übergehen können (z. B. bei den Erdalkalimetallchloriden). Die Zahl der Flammenlinien ist nicht selten im blauen Flammenkegel der blauen Leuchtgasflamme eine andere als in den höheren Flammenregionen; z. B. zeigt beim Kaliumflammenspektrum der Flammenkern alle Serien der Kaliumlinien, der obere Teil nur die stärksten Linien der Hauptserie.

Um vollständige typische Spektren zu erhalten, richteten wir den Flammenkegel des Sauerstoff-Leuchtgasgebläses axial mit dem Kollimator des Spektrographen und legten die so erhaltenen Spektralphotographien unseren Tafeln zugrunde.

Das mitunter auftretende und mitphotographierte Swansche Spektrum des verbrennenden Kohlenwasserstoffes ist bei der von uns benützten Dispersion nicht störend, sondern sogar ein gutes Orientierungsmittel. Im Ultraviolett tritt das Wasserspektrum (Verbindungsspektrum des Wasserdampfes) deutlich hervor.

Sehr interessant gestalten sich die Spektralerscheinungen von farbigen, mittels sauerstoffreichen Substanzen hergestellten Zündsätzen, welche nach Art der bengalischen Flammen zusammengesetzt sind, z. B. 8 Teile Kaliumchlorat, 4 Teile Schwefel und 10 Teile Baryum- oder Calciumcarbonat etc. Verwendbar ist auch ein Zündsatz von 2 Teilen Kaliumchlorat und 1 Teil Schwefel, welchem die zu prüfende Substanz zugesetzt wird.

Auch die blitzschnell abbrennenden Gemische von Magnesiumpulver mit ungefähr gleichen Teilen Nitraten oder Carbonaten etc. geben charakteristische Spektren.

Diese verschiedenartigen Flammen besitzen je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Verbrennungstemperaturen und geben dadurch mehr oder weniger ausgebildete Emissionsspektren. Hierbei treten häufig hübsche Banden- oder Linienspektren auf; auch kontinuierliche Spektren kommen vor, z. B. bei der Lichtemission von Zündsätzen von Cadmium-, Zink-, Cer-, Thoriumnitrat mit Magnesiumpulver,

[1]) Von uns zuerst angewendet und beschrieben in den Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, im Jahre 1893.

bei welchem (abgesehen vom bekannten Spektrum des brennenden Magnesiums) sich enorm hell leuchtende kontinuierliche Spektren von Rot bis Ultraviolett entwickeln, ohne daß die im Funken oder Bogen sonst so charakteristisch auftretenden Linienspektren von Cadmium-, Zink-, Cernitrat etc. bemerkbar würden. So vorteilhaft diese Erscheinung zur Herstellung künstlicher panchromatischer Lichtquellen für photographische Zwecke ist, so ungünstig ist sie andrerseits für den spektralanalytischen Nachweis dieser Gruppe von Substanzen in Flammen.

Die Zündsätze von Alkali- oder Erdalkalinitraten mit Harzen (Schellackpulver etc.) geben Spektren ähnlich denjenigen der Flammenreaktionen im Bunsenschen Gasbrenner. Lebhafter wird die Verbrennung durch Zusatz von Kaliumchlorat in den Zündsatz. Die bei dieser Reaktion entstehenden Chloride geben bei Anwesenheit von Calcium-, Strontium-, Baryum- und Kupferverbindungen etc. Anlaß zum Auftreten der charakteristischen Chloridbanden, welchen sich je nach der Art der Zündsätze mehr oder weniger Oxydbanden beimischen.

Wir haben eine große Anzahl dieser Flammenspektren, sowie einige Emissionsspektren einer mit verschiedenen Dämpfen (z. B. Chromylchlorid) gesättigten, an atmosphärischer Luft brennenden Wasserstoffgasflamme untersucht und das Bild dieser Typen von Spektralerscheinungen gewonnen, wobei uns Herr Professor Dr. Franz Novak in dankenswerter Weise durch seine Mitarbeiterschaft förderte. Durch Wellenlängenmessungen der wichtigsten Banden und Linien sind die Spektren genauer präzisiert und es ist das Studium dieser Spektralerscheinungen dadurch erleichtert.

Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Angaben der Maxima der Banden in Flammenspektren schwankende sind, nicht nur wegen der Unsicherheit der Bestimmung derselben in breiteren Banden, sondern auch weil die Intensitätsmaxima mancher Banden sich mit steigender Temperatur verändern; auch bei verschieden starker Dispersion erscheint die Lage der Maxima verschieden. So erklärt es sich, daß unsere älteren Messungen mit einem kleinen Quarzspektrographen gegenüber unseren neuen mit einem größeren Glasspektrographen, z. B. bei den Bandenspektren der Erdalkalien, etwas verschiedene Werte geben; wir setzten die letzteren in unsere Tabellen ein.

Bei Verwendung von Gitterspektrographen zeigen zufolge viel größerer Dispersion die komplizierten Bandenspektren einen total anderen Anblick als bei geringer Dispersion in Prismenapparaten. Deshalb bringen wir vergleichsweise das Flammenspektrum von Calcium-, Strontium-, Baryumoxyd etc. einerseits im prismatischen Spektrum und andererseits im Gitterspektrum zur Ansicht (Tafeln I bis VIII).

Bei den Photographien der Spektren geringer Dispersion lagern sich viele Banden unaufgelöst übereinander und es kommen dadurch bandenartige Helligkeitsmaxima zustande, welche den Anschein selbständiger Bandenköpfe erwecken; sie sind ganz gut meßbar, sind sogar für die mit kleinen Spektralapparaten erzeugten Bandenspektren charakteristisch und es ist die Registrierung des Maximums solcher Banden von Wert für die angewandte Spektralanalyse. Bei gehöriger Auflösung mit großen Spektrographen zerteilen sich die Streifen, Banden und scheinbar kompakten Bandenköpfe, z. B. bei den Calcium-, Strontium- und Baryumverbindungen, in zahllose feine Linien, welche in Serien angeordnet scheinen; viele kräftige Banden kleiner Dispersion zerrinnen hierbei in zarte weitausgedehnte Linienhaufen (vergl. Tafel VIII, Baryumspektrum).

Im allgemeinen kommt man mit Flammenspektren, wie unsere Tafeln zeigen, nicht unter kleinere Wellenlängen als etwa 3000 Angströmsche Einheiten. Daß diese Regel nicht allgemein gilt, haben wir bereits vor ungefähr 20 Jahren gezeigt, als wir das Emissionsspektrum des in Sauerstoff brennenden Ammoniakgases bis 2262 Angströmsche Einheiten messend verfolgen konnten[1]). Jedoch ist im Bunsenbrenner die Lichtarmut im Ultraviolett auffallend, auch das Leuchtgas-Sauerstoffgebläse (mit Metallsalzen) zeigt deutlich den überaus raschen Intensitätsabfall gegen das kurzwellige ultraviolette Spektrum, welches im allgemeinen an Helligkeit und Deutlichkeit bei weitem nicht an das Bogenspektrum oder Funkenspektrum heranreicht.

Das Swansche Spektrum brennender Kohlenwasserstoffe und das Emissionsspektrum des Wasserdampfes.

Das Swansche Spektrum, welches von der blauen Leuchtgasflamme eines Bunsenbrenners ausgesendet wird, ist für die Kenntnis der Flammenspektren wichtig, weil es stets in allen Flammen der an der Luft brennenden Kohlenwasserstoffe auftritt und namentlich im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse mit enormer Helligkeit erscheint. Das sichtbare Spektrum wurde von Swan 1856 entdeckt, der violette und ultraviolette Teil zuerst durch einen von uns 1890 beschrieben[2]).

Wir haben dieses Spektrum im Glas- und Quarzspektrographen photographiert und auf den Tafeln I, Nr. 1, und VI, Nr. 1, abgebildet.

Man erkennt folgende Banden, deren wichtigste Linien (Kanten) bei kleiner Dispersion die folgenden sind:

rote Bande α: 6188, 6120, 6052, 5999, 5955
gelbe Bande β: 5635, 5585, 5541, 5501, 5471
grüne Bande γ: 5165, 5129, 5101, 5096, 5084
blaue Bande δ: 4737.3, 4715.4, 4697.7, 4684.6, 4679

violette Bande ε: 4380[3]), 4372[4]), 4364, 4359.7, 4356.4, 4352.6, 4348.4, 4344, 4339·5, 4335, 4324

violette Bande ζ: 4314.3, 4306, 4299, 4293.5, 4286, 4282, 4276, 4268, 4262, 4256, 4250, 4244, 4237, 4231, 4225, 4218, 4212, 4206, 4201, 4195, 4190

ultraviolette Bande η: 4048, 4033, 4019, 4007, 3994, 3983, 3972, 3962, 3953, 3944, 3936, 3928, 3922, 3915, 3910, 3906, 3902, 3898, 3896, 3893, 3890, 3884, 3878, 3877, 3875, 3872

ultraviolette Bande ϑ: 3687.7, 3678.2, 3669.3, 3664.3, 3661.4, 3658.1, 3654.7, 3651.3, 3646.6, 3642.5, 3638.5, 3635.0, 3628.3.

Die rote Bande (α) erscheint in der Bunsenschen Gasflamme als verschwommenes Band, welches sich beim Einblasen von Sauerstoff in Linien auflöst.

Die gelbe (β), die grüne (γ) und die grünlichblaue (δ) Bande des Swanschen Spektrums brennender Kohlenwasser-

[1]) J. M. Eder, Das Emissionsspektrum der Ammoniak-Oxygenflamme, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, November 1892; auch Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 33.

[2]) J. M. Eder, Über das sichtbare und unsichtbare Emissionsspektrum schwach leuchtender, verbrennender Kohlenwasserstoffe (Swansches Spektrum) und der Oxyhydrogenflamme, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mai 1890.

[3]) Bei großer Dispersion aufgelöst in 4385.3, 4383.2, 4383, 4380.9, 4380.2, 4378.4 usw.

[4]) Läßt sich in ähnlicher Weise auflösen wie die vorige Kante.

stoffe bestehen aus mehreren nach Violett abschattierten Kanten, welche bei guter Auflösung sich als aus zahlreichen feinen Linien zusammengesetzt erweisen. Dieselben sowie die Bande ε finden sich auch mit überraschender Übereinstimmung im Spektrum des elektrischen Kohlebogens, sowie im brennenden Cyangas. Es sind also höchstwahrscheinlich ziemlich allgemein unter verschiedenen Verhältnissen auftretende Bestandteile des Kohlenstoffspektrums oder bestimmte Formen desselben. Die grüne Bande (γ) sowie die blaue (δ) enthalten außer den charakteristischen Kanten noch viele feine Linien, welche sich gegen die violette Seite des Spektrums fortsetzen und bei sehr langer Belichtung und intensiver Verbrennung des Leuchtgases deutlich auftreten.

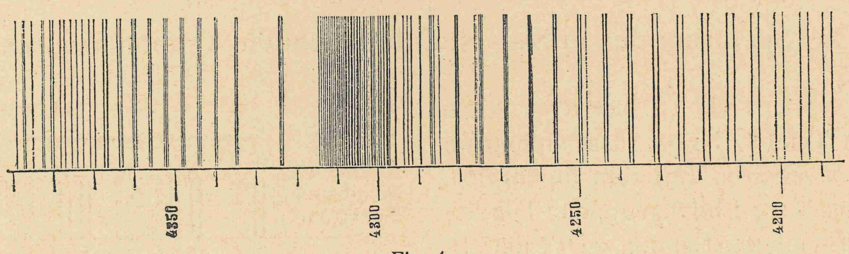


Fig. 4.

Im Violett treten die Kanten der Kohlenstoffbanden des elektrischen Kohlenbogens nur fragmentarisch auf (4380, 4372, 4365) und verschwinden beim lebhaften Anfachen der Flamme mit Sauerstoff. Dagegen beginnen dort die spezifisch charakteristischen ultravioletten Banden brennender Kohlenwasserstoffe, welche diese Art von Flammenspektrum typisch vom elektrischen Kohlebogen unterscheiden. Diese Hauptbanden im Spektrum brennender Kohlenwasserstoffe fehlen also im elektrischen Kohlebogen, scheinen sich aber im brennenden Cyangas zu finden.

Wird das Swansche Spektrum mittels Gitterspektrographen großer Dispersion photographiert, so lösen sich die abschattierten, scheinbar einfachen Linien in ziemlich scharfe Linienscharen auf, welche einen wesentlich anderen Gesamteindruck gewähren [1]). Man findet die präzise erscheinenden Kanten der Spektrenkleiner Dispersion in der Linienmasse kaum wieder; zum Beispiel besteht die Kante 4373 aus zahlreichen Linien (4737.3, 4736.6, 4736.4, 4736.2, 4735.8, 4735.6 usw.). Ähnlich verhalten sich die Kanten 4715 und andere. Sehr kompliziert ist der Bau der charakteristischen ultravioletten Bande bei 4314 und 3872, welche recht hübsch auf Tafel I, Nr. 1 (Glasspektrograph), ersichtlich ist. Im großen Gitterspektrographen erscheint die Bande noch weiter aufgelöst, wie Fig. 4 zeigt.

Die ultraviolette Bande (η) ist ziemlich lichtschwach. Bei stärkerer Belichtung tritt besonders deutlich im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse ein kontinuierliches Spektrum auf, das auf Tafel VI, Nr. 1, abgebildet ist.

Das Emissionsspektrum des Wasserdampfes.

Das Emissionsspektrum des Wasserdampfes ist stets ein dominierender Begleiter aller Spektren, wenn Wasserstoff oder dessen Verbindungen bei Gegenwart von Sauerstoff verbrennen; es erscheint übrigens auch in „wasserdampfhältigen Plückerschen Vakuumröhren“ beim Durchschlagen des elektrischen Funkens neben den Sauerstoff- und Wasserstofflinien.

Da alle charakteristischen Wasserbanden im Ultraviolett liegen, so sieht man sie in unseren Glasprismenspektrogrammen nicht, sondern nur in den mit Quarz oder Gitterapparaten gewonnenen Spektren (Tafeln VI und VIII). Wir begnügen uns, die Kanten der sehr linienreichen Wasserbanden, welche in der obenzitierten Abhandlung genau beschrieben sind, anzugeben [2]). Die wichtigsten liegen bei 3471, 3428, 3064, 2811 und 2608. Beim Einblasen von viel Sauerstoff ist der blaue (untere) Flammenkegel vom farblosen (oberen) Flammenteil deutlich getrennt und man kann im ersteren das Swansche Spektrum, im letzteren nur die Wasserbanden nachweisen.

Die weitaus stärkste ultraviolette Wasserbande liegt bei 3064 (Kante); sie ist ebenso wie die nächst schwächere Bande (Kante bei 2811) und die noch schwächere Bande (2608) gegen Rot abschattiert; eine noch weiter gegen Ultraviolett liegende Wasserbande (von 2589 bis 2449) ist sehr lichtschwach. Die durch die Maxima bei 3471 und 3428 charakterisierte Wasserbande (Tafel VI, Nr. 1) hat einen anderen Aufbau. Im Gitterspektrum (Tafel VIII, Nr. 9 und 10) erkennt man die Struktur der Hauptbande 3064 deutlich. Da diese Bande bei allen Experimenten mit Knallgasgebläse oder dergleichen deutlich hervortritt, so wollen wir einige ihrer stärksten Linienkomponenten anführen. Die Kante liegt bei 3063.7 (i=3), dann folgen 3064.3 (i=1), 3065.2 (i=2), 3068.1 (i=3), welche auf unserer Tafel neben 3064 als Doppellinien erscheinen; dann folgen feine Linien, bis sich bei 3089.1 eine stärkere Kantenlinie erhebt, welcher zahlreiche Linien bei 3090.6, 3091.0, 3096.5, 3099.7, 3103.4, 3104.5, 3107.6, 3113.2, 3120.7, 3122.4 etc. folgen. Die spektralanalytische Identifizierung der Wasserbanden ist an der Hand der Tafeln bei Kenntnis der Wellenlängen der Hauptbandenkanten leicht möglich. Das Spektrum von 3878 bis 4737 gehört dem brennenden Kohlenstoff an.

Das Flammenspektrum der Borsäure.

Das Flammenspektrum der Borsäure entsteht beim Einbringen von Borsäure in die Weingeist- oder Bunsengasflamme. Die grüne Flamme weist verschwommene Banden auf, welche viel heller und besser definiert im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse auftreten.

Dasselbe Spektrum entsteht beim Verbrennen von Borsäureäther oder einer Wasserstofflamme, die Borchlorid oder -fluorid enthält; es ist frei vom Linienspektrum des Bor, welches sich so charakteristisch im Bogen oder Funken zeigt. Bei der niedrigen Temperatur des durch wässerige Borsäurelösungen schlagenden Funkens entsteht allerdings auch das Borsäure-Bandenspektrum. Das Flammenspektrum der Borsäure bei kleiner Dispersion zeigt Tafel I, Fig. 2. Es fallen besonders die Banden 6398, 6208, 6030, 5795, 5594, 5478 bis 5440, 5212, 5172, 4920, 4709, 4529 auf, denen sich 4334, 4191, 4094 bis 4020, 3894 bis 3768 anschließen.

Das sichtbare Borsäurespektrum wurde von Simmler (1860), Lecoq de Boisbaudran (1874) und die ultra-

[1]) Eder und Valenta, Spektralanalyse der Leuchtgasflamme, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1898, woselbst genaue Wellenlängenmessungen von mehreren Hundert dieser Linien an Gitterspektogrammen publiziert wurden.

[2]) Eder, Ausführliche Messungen am Quarzspektrographen sowie Abbildungen des aus zahlreichen Linien zusammengesetzten Bandenspektrums des Wassers, Denkschrjften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mai 1890; siehe auch Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 1. Messungen mit dem Gitter siehe Paul Meyerheim, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1904, S. 131.

violetten Borsäurebanden bei kleiner Dispersion von uns[1]) beschrieben. Für den spektralanalytischen Nachweis kleiner Spuren von Bor ist die ultraviolette Doppellinie 2497—2498 im Bogen, sowie im Funkenspektrum weit geeigneter als die Flammenreaktion der Borsäure im sichtbaren Spektralgebiete. Dieselben Banden treten (neben dem Linienspektrum des Bor) im elektrischen Flammenbogen von Borsäure zwischen Kohleelektroden auf. Überdies aber erscheint bei dieser hohen Temperatur ein anderes Bandenspektrum, das wahrscheinlich dem elementaren Bor angehört (?); bei großer Dispersion lassen sich die nunmehr auftretenden Banden in zahlreiche feine Linien auflösen, deren Wellenlängen Kühne gemessen hat[2]); auch in der Borsäure-Knallgasflamme findet sich dieses letztgenannte Spektrum, wenn auch weniger ausgebildet als im Borsäurebogen.

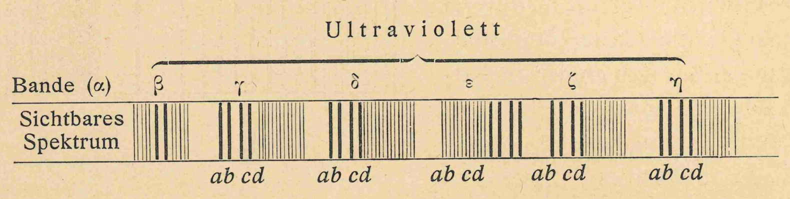
Das Spektrum des in Sauerstoff brennenden Ammoniakgases.

Das Spektrum des in Sauerstoff brennenden Ammoniakgases[3]) zeigt Tafel I, Nr. 3. Das Spektrum der fahlgelben Flamme ist im sichtbaren Teil sehr linienreich, es besitzt bei 5710 dichtere stärkere Liniengruppen. Die besonders charakteristischen ultravioletten Banden zeigt Tafel VII, Nr. 11 und 12 (Quarzspektrograph), insbesondere 3370 und 3359. Brennt die Flamme mit wenig Sauerstoff, so treten die Banden längerer Wellenlänge besonders hervor; facht man aber die Flamme mit viel Sauerstoff an (Tafel VII, Nr. 12), so erscheinen im äußeren Ultraviolett ganz anders verlaufende, regelmäßig angeordnete Banden bei 2595, 2587, 2478, 2471, 2371, 2364 (ihr Bau ist durch Fig. 5 angedeutet); wahrscheinlich gehören sie dem Stickoxyd an, weil sie auch im Spektrum jenes elektrischen Flammenbogens, welcher zur Stickoxyderzeugung aus atmosphärischer Luft führt, vorkommen.

Das Emissionsspektrum des in Sauerstoff verbrennenden Ammoniakgases zeigt folgenden charakteristischen Bau:

1. Eine Hauptbande (α) von größerer Wellenlänge, welche wie A. Reis[4]) zeigte, dem Ammoniak angehört, erstreckt sich von Rot bis in den Beginn des Ultraviolett und besteht aus vielen teils schärferen, teils verwaschenen Linien oder Banden; dieselben zeigen keine irgendwie auffallende Regelmäßigkeit. Einige Linien oder Banden, z. B. 5710, 5416, 5390, sind auf Tafel I, Nr. 3, markiert.

2. Eine zweite höchst charakteristische, aus scharfen Linien bestehende und regelmäßig angeordnete Bande, welcher die größte photographische Lichtwirkung im ganzen Spektrum zukommt. Die kräftigste Linie dieser Bande (β) hat eine Wellenlänge von 3359, die zweitstärkste 3370; rechts und links von diesen Linien folgt anscheinend in regelmäßiger Verteilung ein System von feinen Linien; der Typus der Bande β, sowie der nachfolgenden Hauptbanden läßt sich durch die nachstehende rohe Skizze veranschaulichen, während die heliographische Reproduktion der Spektrumphotographie auf Tafel I, Fig. 3, ein genaueres Bild darbietet.



Skizze der Hauptbanden
des Emissionsspektrums der Ammoniak-Oxygenflamme.
Fig. 5.

3. Auf der stärker brechbaren Seite des Ammoniakspektrums treten fünf analog gebaute, einander sehr ähnliche Banden auf, welche ihre scharfe Kante gegen das weniger brechbare Ende richten und sich in der anderen Richtung in sehr viele, nahe beieinander stehende, ziemlich regelmäßig gruppierte feine Linien auflösen lassen. Die obige Skizze γ bis η gibt ein beiläufiges Bild des Baues dieser Banden. Die Linien *ab* einerseits und *cd* andrerseits stehen nahe beisammen. Der Raum zwischen *b* und *c* ist jedoch bei jeder Bande (γ bis η) mit einem kontinuierlichen, gegen das stärker brechbare Ende abschattierten Spektrum erfüllt, welches sich vielleicht in feine dichte Linien auflösen lassen dürfte. Von der Linie *d* ab sind viele feine Linien deutlich sichtbar.

Nächst der Bande β ist die Bande ε die lichtstärkste, gleich darauf folgen an Lichtstärke die Bande δ und ζ, dann γ, dann η.

Die äußeren ultravioletten Banden mit der auffällig regelmäßigen Anordnung ihrer Komponenten geben ein wichtiges Hilfsmittel zum Nachweis von Stickoxydverbindungen oder ihrer Bildung in statu nascendi bei Verbrennung von Ammoniak mit Sauerstoff oder bei additiver Gasreaktion zwischen Stickstoff und Sauerstoff im elektrischen Bogen.

Die Wellenlängen sind:

Bande γ: $a = 2718.3$, $b = 2717.2$, $c = 2710.0$, $d = 2708.2$; Bande δ: $a = 2594.7$, $b = 2593.4$, $c = 2586.8$, $d = 2585.3$; Bande ε: $a = 2478.0$, $b = 2476.6$, $c = 2470.7$, $d = 2469.5$; Bande ζ: $a = 2370.7$, $b = 2369.9$, $c = 2364.1$, $d = 2363.0$; Bande η: $a = 2271$, $b = 2270$, $c = 2264$, $d = 2262$.

Lithium.

Das Flammenspektrum der Lithiumverbindungen gibt in der gewöhnlichen Bunsenflamme bekanntlich nur die rote Linie 6708; bei lebhafter Luftzufuhr treten noch die schwachen Linien 6103 und die von uns zuerst im Jahre 1893 im Flammenspektrum nachgewiesenen Lithiumlinien 4602 und 3232 hinzu. Im Knallgasgebläse tritt die rote Hauptlinie besonders hell auf und es erscheinen noch andere Linien, die für das vollständige Flammenspektrum des Lithiums in Betracht kommen[5]). Wir finden auf unseren Tafeln I, Nr. 4, IV, Nr. 1 und VI, Nr. 1, die Flammenspektren der Lithiumsalze bei verschiedenen Temperaturen. Folgende Tabelle gibt die Linien im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse:

[1]) Eder und Valenta: Der Verlauf der Bunsenschen Flammenreaktionen im ultravioletten Spektrum, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1893; ferner: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, I., 1904, S. 87.

[2]) Das Bandenspektrum des Bor, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 173.

[3]) Eder, Über das sichtbare und das ultraviolette Emissionsspektrum der Ammoniak-Oxygenflamme, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, November 1892.

[4]) Über Ammoniak- und stickoxydhältige Flammen; Zeitschrift f. wissensch. Chemie, Bd. LXXVI, 1911, S. 560.

[5]) Die Linien koïnzidieren mit den Bogenlinien, deren Wellenlängen wir (ebenso bei den anderen Alkalien und Erdalkalimetallen) nach Rowland und Kayser angeben.

λ	i	λ	i	λ	i
6708.07	100	4273.44	2	3794.9	1
6103.81	3	4132.4	2	3718.9	1
4972.11	2	3915.2	1	3232.77	10
4602.25	10				

Wie man sieht, ist das Flammenspektrum im Sauerstoffgebläse dem Bogenspektrum des Lithiums sehr ähnlich. Tafel IV, Nr. 1, zeigt die enormen Verbreiterungserscheinungen der Li-Linie 6708 bei großer Dampfmenge und hoher Temperatur. Die Lithiumflamme zeigt nur ein sehr schwaches kontinuierliches Spektrum, das weitaus schwächste der Alkalimetalle.

Natrium.

Das Flammenspektrum des Natriums, wie es in der Bunsenflamme erscheint, wenn es als Verunreinigung in anderen Spektren auftritt, zeigt Tafel I, Nr. 4; es erscheint die gelbe Doppellinie 5896—5890 (die Fraunhofersche *D*-Linie) im sichtbaren Teil und im Ultraviolett 3302—3303, Tafel VI, Nr. 3, wie wir zuerst im Jahre 1893 nachgewiesen und in Photogravüren dargestellt haben. Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse treten viele neue Linien auf, die in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Es ist bemerkenswert, daß sich das Flammenspektrum des Natriums bei hoher Temperatur fast ganz dem Bogenspektrum nähert, wie Tafel IV, Nr. 2, zeigt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6160.97	2	5688.43	5	5153.72	2	4752.19	1	4665.2	2	4500.0	2	3303.12	4
6154.43	2	5682.86	5	5149.19	2	4748.36	1	4546.03	2	4494.3	2	3302.50	4
5896.15	100	5675.92	2	4983.53	4	4669.4	2	4542.75	2	4390.7	2	2852.91	2
5890.18	100	5670.40	2	4979.30	4								

Die D-Linie als fast nie fehlende Verunreinigung zeigen die Tafeln I und IV, auf welchen man auch das kontinuierliche Na-Spektrum deutlich erkennt; auch Tafel VIII zeigt die im Gitterspektrographen deutlich aufgelöste Na-Doppellinie.

Kalium.

Das Flammenspektrum von Kaliumverbindungen in der Bunsenflamme ist auf Tafel I, Nr. 5, abgebildet; es zeigt (gleichgiltig ob Chlorid oder Oxyde etc. verwendet werden) die charakteristischen Linien 7699, 7665, 4047, 4044, wozu beim kräftigen Anfachen der Flammen mit Luft in großen Gasbrennern und noch mehr im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse die auch im Bogenspektrum auftretenden Hauptlinien hinzukommen[1]). Der obere Teil einer Kaliumsalzdämpfe enthaltenden Bunsenflamme zeigt nur die stärksten Hauptlinien der Hauptserie des Kaliumspektrums. Den Linienzuwachs bei hoher Temperatur zeigen die Tafeln IV, Nr. 3 und VI, Nr. 4 (Quarzspektrograph). Aus denselben ergeben sich die charakteristischen Linien des Flammenspektrums, welche auf den Tafeln I, Nr. 5 und VI, Nr. 4, approximativ markiert sind und die unten ersichtlichen wahren (mit dem Bogenspektrum übereinstimmenden) Wellenlängen besitzen. Zugleich tritt ein kontinuierliches Spektrum auf, welches bei reichlicher Belichtung sehr kräftig wird. Es ist zu erwähnen, daß die roten Kaliumlinien 7699 und 7665 sehr leicht in der Flamme, aber schwächer im Bogen auftreten. Man ersieht aus unseren Tafeln folgende Flammen-Kaliumlinien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7699.4	6	5832.2	8	5559.9	5	5112.7	3	4642.4	1	3447.49	10
7665.6	6	5812.5	6	5343.4	6	5099.6	3	4638.6	1	3446.49	5
6938.9	7	5802.0	8	5340.1	6	5084.5	1	4047.37	10	3217.76	5
6911.3	7	5782.7	7	5323.6	4	4965.5	1	4044.30	10	3217.27	1

Bei reichlicher Belichtung treten im kurzwelligen Spektrum noch einige schwache Linien auf.

Den Linienzuwachs bei steigender Flammentemperatur zeigt der Vergleich von Tafel I mit Tafel IV (Glasspektrograph); der Verlauf dieser Spektralerscheinungen im Ultraviolett liegt außerhalb der den Glasapparaten zugänglichen kurzwelligen Zone, ist aber deutlich mittels des Quarzspektrographen (Tafel VI) zu ermitteln; neben der Hauptlinie 4047—4044, leuchtet insbesondere die ultraviolette Doppellinie 3447—3446 hell hervor. Die für den Spektralanalytiker so wichtige Kalium-Doppellinie 4047–4044 ist im Flammenspektrum verschiedenster Temperatur, im Spektrum bengalischer Feuerwerkssätze, im Funkenspektrum und Bogenspektrum auf photographischem Wege leicht nachzuweisen und selbst kleine Mengen von Kalium, die als Verunreinigung auftreten, zeigen diese Doppellinie, wie zum Beispiel die Rubidiumaufnahme Tafel I, Nr. 6, zeigt.

[1]) Die ultravioletten Linien in den Bunsenschen Flammenreaktionen wurden von uns zuerst nachgewiesen und abgebildet in den Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1893; vergl. ferner: Hartley, Philos. Transact., Bd. CLXXXV, S. 178; Bergmann, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VI, S. 113.

Rubidium.

Das Flammenspektrum der Rubidiumsalze in der Bunsenflamme ist aus Tafel I, Nr. 6, ersichtlich; dasjenige im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse Tafel IV, Nr. 4. Es dominiert die Doppellinie 4216 und 4202 und die zahlreichen roten bis grünen Linien treten scharf hervor. Das Spektrum ist dem Bogenspektrum des Rubidiums sehr ähnlich, jedoch erscheint das Flammenspektrum im Knallgasgebläse sogar linienreicher als das Bogenspektrum. Die ultravioletten Flammenlinien ab 4202 haben wir nicht abgebildet, aber in die nachfolgende Tabelle aufgenommen; ebenso werden im äußeren Rot der Gebläseflamme die Rubidiumlinien 7947.7 und 7800.3 sowie 7759.6 und 7619.7 sichtbar, welche auf unseren nicht genügend rotempfindlichen Platten (s. die Tafeln I und IV) nicht abgebildet sind. Diese äußeren roten Rubidiumlinien sind dieselben, wie wir sie im Bogenspektrum, Tafel XX, Nr. 2, photographiert haben.

Auch in der Rubidiumflamme tritt ein beträchtliches kontinuierliches Spektrum auf.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7806.2	2	6071.3	5	5431.8	5	5260.5	5	5161.8	2	5021.8	1	3591.7	5
7950.4	2	5724.8	8	5391.3	1	5234.6	1	5151.2	2	5017.0	1	3587.2	4
6298.9	8	5654.2	6	5362.9	5	5195.8	2	5089.5	1	4215.7	10	3351.0	4
6206.7	7	5648.6	3	5322.8	1	5171.0	1	5076.3	1	4202.0	10	3348.9	4
6160.2	6	5579.3	2										

Cäsium.

Die Cäsiumverbindungen geben in der Bunsenflamme im roten bis grünen Bezirke wenig helle Spektren (Tafel I, Nr. 7); es dominiert die Hauptlinie 4555 nebst 4593. Man erkennt an der Anwesenheit der ersteren am leichtesten etwaige Spuren des Cäsiums, wie Tafel I, Nr. 6, zeigt.

Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse entwickelt sich das Cäsium-Flammenspektrum von Rot angefangen bis ins Ultraviolett (ähnlich wie Rubidium) zu ganz besonders glänzender Helligkeit (Tafel IV, Nr. 5). Wir nehmen in unseren Tafeln insbesondere folgende Linien wahr:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6973.6	8	6586.5	7	6213.0	8	5664.1	8	5466.1	6	5341.2	5	4593.3	10
6873.0	4	6472.0	6	6035.1	5	5635.4	8	5414.4	3	5304.0	2	4555.4	20
6826.9	4	6433.0	5	6010.3	8	5574.4	1	5407.5	1	5256.9	3	3888.8	6
6723.5	10	6361.0	2	5843.9	10	5568.9	1	5351.0	1	5199.0	2	3876.7	10
6630.5	5	6355.3	6	5746.4	6	5503.1	6						

Die weiteren ultravioletten Linien, welche den Bogenlinien entsprechen, haben wir nicht abgebildet. Auch beim Cäsium sehen wir dieselbe Erscheinung, wie bei anderen Alkalimetallen, daß sich die Flammenspektren besonders gut und linienreich entwickeln.

Calcium.

Das Flammenspektrum der Calciumverbindungen besteht aus Linien des Metallspektrums und aus Banden, welche wahrscheinlich dem Calciumoxyd, respektive dem Calciumchlorid, -bromid, -fluorid etc. angehören. Diese Banden machen bei kleiner Dispersion des benutzten Spektralapparates den Eindruck abschattierter Streifen mit mehr oder weniger deutlichem Schwerpunkt der ganzen Banden oder Kanten; diesen Anblick hat man vor sich, wenn man die üblichen Glasspektroskope der chemischen Laboratorien verwendet; in dem Falle geben die von Lecoq de Boisbaudran herrührenden Zeichnungen und Wellenlängen eine Orientierung im sichtbaren Teil. Wir haben mit Apparaten ähnlicher kleiner Dispersion Photogramme im Glasspektrographen hergestellt und heliographisch abgebildet; mit diesen Photogrammen stimmen die Lecoqschen Zahlen annähernd, aber nicht völlig überein (Tafel I, Nr. 8 und 9).

Ganz anders ist der Anblick bei größerer Dispersion im Gitterspektrum (Tafel VIII, Nr. 1 und 2), wo die Auflösung der Banden in Linien ersichtlich ist; dabei erscheint der Schwerpunkt der Banden verschoben und die Kanten verlaufen diffus; in großen Gittern werden die scheinbar einheitlichen Streifen weiter aufgelöst und man erkennt die in kleinen Prismenapparaten scheinbar präzisen Streifen und Banden kaum wieder. Diese Erscheinung tritt auch beim Flammenspektrum der Verbindungen von Strontium, Baryum und bei vielen anderen derartigen Spektren auf.

Trotzdem sind die Erscheinungen dieser Flammenspektren bei kleiner Dispersion charakteristisch; die den scheinbaren Schwerpunkt dieser kleinen Banden bestimmenden Wellenlängen (welche für große Dispersion ihren Wert verlieren) sind zur Identifizierung von Spektren im spektralanalytischen Laboratorium kaum entbehrlich.

Das Flammenspektrum der Calciumoxydsalze (Nitrat, Formiat etc.) in der Bunsenflamme zeigt Tafel I, Nr. 8. Von entscheidender Charakteristik ist die Ca-Linie 4227 (Metalllinie, genauer 4226.90) und die von uns als Oxydbanden

angesehenen[1]) verschwommenen Streifen. Wir haben dieses Bandenspektrum photographisch, zuerst im Jahre 1893, festgelegt und Heliogravüren (Quarzspektrograph mit kleiner Dispersion) veröffentlicht[2]).

Wir haben damals zuerst nachgewiesen, daß die gewaltig hellen Ca-Linien des Bogenspektrums 3969 und 3934 (die Fraunhoferschen Linien *H* und *K* des Sonnenspektrums) im Ca-Flammenspektrum bei der niedrigen Temperatur der Weingeist- oder Bunsenflamme fehlen. Die Linien *H* und *K* fehlen auch in den bengalischen Feuerwerkssätzen, treten aber mit steigender Flammentemperatur allmählich hervor[3]). Im Knallgasgebläse kommen die auch im Bogen vorfindlichen Calciumlinien 4456.79, 4456.06, 4425.62, 4302.69, 4299.15, 4289.88, 4283.17, 4226.9, 3968.62 und 3933.81 sowie andere Ca-Linien hinzu. Sie sind in der folgenden Zusammenstellung weggelassen, aber größtenteils aus unseren Tafeln ersichtlich.

Das Flammenspektrum (Bunsenbrenner) der Calciumsalze bei kleiner Dispersion zeigt nach unseren neuen Bestimmungen im Glasspektrographen folgende Banden und Linien mit nachstehend verzeichneten scheinbaren Schwerpunkten bei 6442, 6265, 6034, 5983, 5543, 5517; dazu kommen einige ultraviolette Banden.

Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse treten sowohl die sichtbaren als ultravioletten Banden deutlicher auf und es erfolgt ein Banden-, respektive Linienzuwachs. An der Hand unserer Tafeln I, IV und VI ergibt sich eine Übersicht der Phänomene im Calciumflammenspektrum. Von den Calciumoxydbanden sind die roten, gelben und grünen die weitaus stärksten. Wir verzeichnen folgende Calciumoxydbanden in der Leuchtgas-Sauerstofflamme:

6640, 6500, 6442, 6265, 6075, 6034, 5983, 5817, 5728, 5630, 5587, 5543, 5520, 5517, 5470, 5430, 5410, 5370, 4559, 4465, 4440, 4390, 4365, 4352, 4325, 4122, 4106, 4084, 4042, 4000, 3970, 3900, 3880, 3858, 3774, 3754, 3687, 3655, 3494, 3429.

Bei großer Dispersion (im Gitter) erkennt man den Aufbau der Calciumoxydbanden aus zahlreichen Linien[4]) (Tafel VIII, Nr. 2). Bei kürzerer Belichtungszeit nimmt man als Linienkomponenten wahr:

6279, 6262, 6259, 6250, 6237, 6236, 6230 etc., dann 6034, 6022, 6007, 5988, 5954, ferner die Gruppe 5557, 5549, 5545, 5540.

Bei längerer Belichtung tritt die rote Calciumoxydbande mit zahlreichen Linien hervor, von denen wir 6503, 6499 bis 6450 markiert haben; diese Beispiele geben an der Hand der Tafel VIII eine sehr gute Übersicht über den feinen Bau dieser Verbindungsspektren. Die Banden des Calciumoxyds sind auch bei höheren Temperaturen beständig. Sie finden sich im elektrischen Bogenspektrum der Calciumoxydsalze, ferner nebst Rudimenten der Verbindungsspektren der Halogensalze im Bogenspektrum des Chlorids, Bromids und Jodids, wo sie durch Dissoziation, beziehungsweise Oxydation entstehen.

Im Flammenspektrum des Calciumchlorids tauchen neben den Ca-Metallinien und den Oxydbanden deutlich charakteristische Chloridbanden auf, und zwar insbesondere $CaCl_2$: 6328, 6302, 6202 und 6180, 6069, 6044, 5933 und 5816, welche in unserer Tafel I, Nr. 9, ersichtlich sind, auf welcher überdies die Oxydbanden markiert erscheinen.

Im Ultraviolett kommen noch mehrere $CaCl_2$-Banden (Tafel VI, Nr. 6) hinzu, welche bei kleinerer Dispersion folgende Wellenlängen haben:

4050, 3969, 3961, 3934, 3897, 3885, 3840, 3828, 3771, 3760, 3722, 3687, 3652.

Besonders schön und zart durchgezeichnet entsteht das Flammenspektrum des Chlorcalciums beim Abbrennen eines bengalischen Feuerwerksatzes aus Kaliumchlorat, Calciumkarbonat und Schwefel (Tafel III, Nr. 7), wobei durch Umsetzung der Komponenten die orangerote Flammenfarbe vom Emissionsspektrum des $CaCl_2$ hervorgerufen wird.

Das Calciumbromid liefert ein aus Linien und Banden zusammengesetztes Verbindungsspektrum, welches im orangefarbenen Teil auftaucht, wie aus Tafel I, Nr. 10, zu ersehen ist. Ebenso auffällig ist die Erscheinung im Violett und Ultraviolett (Tafel VI, Nr. 7), wo man die Calciumbromidbanden deutlich weiter als die Chloridbanden gegen die langwellige Seite vorgeschoben findet, wie aus dem Vergleich mit dem Chlorcalciumflammenspektrum hervorgeht, und zwar sind besonders auffällig die Calciumbromidbanden 4180, 4125, 4062, 4010, 3972, 3952, 3917, 3887, 3857, 3820, 3785.

Das Calciumjodid liefert in der Flamme ein Verbindungsspektrum, das ebenso im Rot wie im Blau etc. charakteristisch ist und noch weiter gegen Rot vorgerückt ist als die beiden vorigen. Wir finden in Tafel VI, Nr. 8 die Calciumjodidbanden:

4455, 4435, 4393, 4342, 4311, 4180, 4161, 4110, 4080, 3851, 3775, 3389, 3286.

Calciumfluorid gibt im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse (nebst Oxydbanden) ein Verbindungsspektrum. Die Fluoridbanden sind sehr beständig und treten auch im Bogenspektrum des Fluorcalciums auf (siehe dieses); da in letzterem (Tafel X, Nr. 9) diese Fluorcalciumbanden deutlich zu sehen und die Wellenlängen ihrer Kanten angegeben sind, so verzichteten wir auf die Abbildung des entsprechenden Flammenspektrums.

Strontium.

Strontiumoxydsalze geben in der Bunsenflamme ein gut definiertes Flammenspektrum, im Rot und Orange dominierende weitläufige enorm helle Oxydbanden, ferner beim starken Anblasen der Flamme ziemlich helle blaue und ultraviolette Banden. Stets tauchen Strontiumlinien auf, welche wir im Bogenspektrum weit besser ausgebildet wiederfinden; es tritt die Linie 4608 (genauer 4607·51) im Flammenspektrum dominierend hervor, namentlich im Knallgasgebläse wird dieselbe ein wichtiges Erkennungsmittel für Spuren von Strontium; sie hat für den Spektralanalytiker dieselbe Bedeutung wie die Calciumlinie 4227 für den Nachweis von Ca. Die bei der niedrigen Temperatur der Bunsenflamme auftretenden charakteristischen Strontiumoxydbanden haben einen einigermaßen ähnlichen Bau, aber eine andere Position wie die Calciumoxydbanden. Bei kleiner Dispersion scheinen die wichtigsten SrO-Banden im Spektrum (Tafel I, Nr. 11) folgendermaßen verteilt:

6863, 6828, 6740, 6695, 6597, 6464, 6268, 6192, 6100, 6059, 6031.

Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse (Tafel IV, VI und VIII) treten die roten und orangefarbigen Banden viel deutlicher hervor, es erfolgt ein Zuwachs neuer Linien und Banden. Von

[1]) Nach anderer Anschauung sollen diese Banden nicht dem Calciumoxyd angehören, sondern eine Form des Bandenspektrums vom elementaren Calcium sein. Vergl. H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. V, 1910.

[2]) Eder und Valenta, Verlauf der Bunsenschen Flammenreaktionen im Ultraviolett, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1893.

[3]) Die Ca-Linien 3969 und 3934 sind die Linien *H* und *K* des Sonnenspektrums; die Linie 4227 ist die Fraunhofersche Linie *g*. Letztere Linie tritt in der Flamme, im elektrischen Bogen- und Funkenspektrum auf, ebenso im elektrischen Ofen bei Anwendung von metallischem Calcium. 4227 tritt in allen Flammenreaktionen auf, dagegen tritt sie im Funken bei kleinen Spuren von Ca viel leichter zurück als *H* und *K* (3969 und 3934). Andererseits bleibt bei niedriger Temperatur 4227 allein übrig und die Linien *H* und *K* verschwinden früher.

[4]) Siehe auch: Olmsted, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 269; ferner: Meisenbach, ebenda, 1908, S. 258.

Strontiumlinien (Linien des Bogenspektrums) tauchen außer der Hauptlinie 4608 mitunter 5522, dann mehr oder minder stark 5504, 5486, 5481, 5257, 5239, 5229, 5224, 5222, 4968, 4962, 4876, 4872, 4832, 4812, 4784, 4742, 4722, 4438, 4216, 4078 etc. auf. Das im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse voll entwickelte Strontiumoxydspektrum entsteht nicht nur beim Verdampfen von Strontiumoxydsalzen, sondern die SrO-Banden treten (neben den Haloïdbanden) auch im Flammenspektrum von Chlor-, Brom-, Jod- und Fluorstrontium gemeinsam auf, indem Dissoziation und Oxydation der Halogenverbindungen der Erdalkalimetalle eintritt.

Wir verzeichnen für kleine Dispersion folgende Strontiumoxydbanden:

6863, 6828, 6740, 6695, 6464, 6268, 6192, 6116, 6100, 6059, 6031, 5972, 5940, 5910, 5891, 5645 (Kante), 5522 (Kante), 5500 (Kante), 5350, 5218, 5088, 5008, 4695, 4680, 4570 bis 4565 (Kante), 4555 (Kante), 4545 (Kante), 4525 (Kante), 4480 (Kante), 4465 (Kante), 4418 bis 4420, 4398 bis 4000, 4360 (Kante), 4343 (Kante), 4281 (Kante), 4170 (Kante), 4140, 4117, 4108, 4100, 4095, 3995, 3980, 3950, 3903, 3865, 3848.

Bei größerer Dispersion (im Gitterspektrum) erscheinen die Banden in Linien aufgelöst, wie Tafel VIII, Nr. 3 und 4, zeigt; daselbst sind auch die Wellenlängen einiger Linien eingetragen.

Die Strontiumoxydbanden sind auch in der Hitze des elektrischen Flammenbogens zum Teile beständig, wie der Vergleich von Tafel VIII, Nr. 3 und 4, mit den Abbildungen des Sr-Bogenspektrums zeigt; auch Reste des Bandenflammenspektrums von Chlorstrontium treten im Bogenspektrum auf (Tafel I, Nr. 12 und XXII, Nr. 10). Die rötliche Farbe des Strontiumlichtes ist hauptsächlich auf die roten Banden zurückzuführen, da sie (wie unsere Tafeln zeigen) große Helligkeit und beträchtliche Ausdehnung im langwelligen Spektralbezirke besitzen. Diese Banden sind von Olmsted, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 280), später von uns (Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Abt. II a, Mai 1910, S. 580) gemessen worden und wir haben die sehr charakteristischen Wellenlängen der Kanten bei Besprechung des Strontiumbogenspektrums in die Tabellen aufgenommen.

Das Flammenspektrum des Strontiumchlorids[1]) ist im Orangerot enorm hell[2]) und weist außer den oben erwähnten Sr-Metallinien und Oxydbanden das Verbindungsspektrum des $SrCl_2$ an mehreren Banden auf (Tafel IV, Nr. 7). Solche besonders hervortretende Chlorstrontiumbanden liegen (bei kleiner Dispersion) in der Bunsenflamme bei 6360 (Mitte 6351) und 6233.

Undeutlich ist die Bande 4697; sie ist im Chloridspektrum etwas deutlicher als im Oxydspektrum und in letzterem wahrscheinlich nur scheinbar (zufolge kleiner Dispersion) vorhanden. Die Identität beider ist zweifelhaft. In dem bengalischen Zündsatz aus Strontiumnitrat, Kaliumchlorat und Schellack (Tafel III, Nr. 9) finden wir die Strontiumchloridbanden besonders hübsch ausgebildet und wir erkennen:

6760—6756, 6627 (oder 6620 ?), 6360, 6233, 5850.

Sie sind durchsetzt mit Oxydbanden, welche im sichtbaren Teil dominieren. Im Ultraviolett aber tritt das regelmäßig gegliederte System der Strontiumchloridbanden hervor (Tafel VI, Nr. 9), welche bei kleiner Dispersion mit folgenden Wellenlängen erscheinen:

4130—4137, 4016, 3990, 3960, 3938, 3927, 3923, 3919, 3907 bis 3900, 3896, 3806, 3775, 3692, 3650, 3612.

Diese Serien von Banden sind auffällig ähnlich den mehr nach Rot zu verschobenen Verbindungsspektren des Brom- und Jodstrontiums.

Die Strontiumchloridbanden, insbesondere 6360, erscheinen im Flammenspektrum leicht bei Zusatz von Chlorverbindungen zu Strontiumoxydsalzen. In bengalischen Feuerwerksätzen, welche Strontiumnitrat und Kaliumchlorat enthalten, wird die rote Flammenfärbung hauptsächlich durch die stets dominierend auftretenden orangeroten Strontiumoxydbanden bewirkt; überdies lagert sich ein starkes kontinuierliches Spektrum im sichtbaren Teil über das Bandenspektrum und hierin tritt die Strontiummetallinie 5522 umgekehrt hervor; daneben erscheint die Sr-Linie 4608 als zweitstärkste Linie.

Ein Gemisch von Strontiumnitrat und Magnesiummetall brennt ziemlich rasch ab und liefert ein Gemenge des Magnesiumoxydspektrums mit dem orangeroten Strontiumoxydspektrum, welches von einem kontinuierlichen Spektrum bedeckt ist und außerdem kräftige Umkehrungserscheinungen der Strontiumlinien 5522 und 4608 zeigt (Tafel III, Nr. 5). Die ganze Lichtverteilung erklärt den photographischen Effekt dieser Art künstlichen Lichtes bei „panchromatischen Aufnahmen".

Das Strontiumbromid zeigt analog dem Chlorid im Flammenspektrum nebst dem SrO-Spektrum einige rote $SrBr_2$-Banden (6280, 6256, 6110) und im Violett eine Serie von streifenförmig angeordneten Banden, welche dem Verbindungsspektrum des Bromstrontiums angehören, auf Tafel VI, Nr. 10, abgebildet sind und deren wichtigste mit folgenden Wellenlängen erscheinen:

4193, 4168, 4130, 4110, 4078, 4067, 4023, 4000, 3991, 3910, 3884, 3806, 3778, 3692, 3650.

Gleichzeitig treten einige Metallinien (Tafel VI) und ein kontinuierliches Spektrum auf.

Das Flammenspektrum des Strontiumjodids im Knallgasgebläse zeigt schöne charakteristische Banden im Blau (Tafel VI Nr. 11), welche Bandengruppe (entsprechend dem größeren Molekulargewicht des Jodids) größere Wellenlängen aufweist als $SrCl_2$ und $SrBr_2$; wir bemerken (bei kleiner Dispersion) folgende charakteristische Banden des SrJ_2:

4520, 4485, 4448, 4412, 4380, 4343, 4306, 4283, 4228, 4216, 3806, 3778, 3692, 3630.

Auch hier finden wir bis ins Ultraviolett eine Reihe von Oxydbanden, analog dem Chlorid und Bromid.

Das Fluorstrontium zeigt im Knallgasgebläse ein schönes Verbindungsspektrum mit charakteristischen Banden, welche wir im Bogenspektrum in ähnlicher Art wiederfinden, weshalb wir auf Tafel X, Nr. 10, verweisen.

Baryum.

Die grüne Flamme der Baryumoxydsalze zeigt ein schön entwickeltes Bandenspektrum, welches wahrscheinlich dem Oxyd (vielleicht dem Metall?) angehört; stets ist eine beträchtliche Menge von Linien des Baryum-Linienspektrums (wie sie auch im Bogenspektrum erscheinen) darin enthalten, jedoch sind dieselben so fein, daß sie nur bei größerer Dispersion ermittelt werden können; an Helligkeit bleibt dieses schwache Linienspektrum gegenüber dem Bandenspektrum stark zurück. Solche Linien des elementaren Baryumspektrums, die in der Baryumflamme auftauchen, sind zum

[1]) Günstig für die Entstehung der Chloridbanden ist die Verwendung eines Gemisches von Chlorstrontium und Chlorammonium.

[2]) Strontiumchlorid im Knallgasgebläse gibt so enorm helle Wirkungen im Orangerot, daß man stark mit blaugrünen Dämpfungsfiltern nachbelichten muß, um auf derselben photographischen Platte auch die viel lichtärmere Zone Grün bis Blauviolett zu bekommen.

Beispiel: 6676, 6499, 6497, 6483, 6451, 6342, 6111, 6063, 5972, 5536, 4554, 4283, 4131, 3994, 3892, 3501 und andere.

Sehr charakteristisch ist das Baryumoxydspektrum, welches bei kleiner Dispersion einen ganz anderen Anblick als bei großer Dispersion gewährt (Tafel II, Nr. 1 und 2, Tafel IV, Nr. 8, Tafel VI, Nr. 12 und Tafel VIII, Nr. 5).

In der Flamme des Bunsenbrenners erscheinen im Glasspektrographen im sichtbaren Teil gut ausgebildete, mehr oder weniger regelmäßig verteilte, zumeist gegen Rot abschattierte Banden, welche dem Spektroskopiker als sicheres Erkennungsmittel des Baryums dienen (Tafel II, Nr. 1). Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse entwickelt sich dieses Spektrum weit vollständiger und heller. Es entsteht mittels Baryumkarbonat, -formiat, -acetat, -nitrat etc. leicht und sicher.

Bei großer Dispersion werden die Baryumoxydbanden in zahlreiche Liniengruppen von zartester Struktur aufgelöst[1]). Dieses typische Beispiel eines im Gitterspektrum aufgelösten Bandenspektrums zeigt Tafel VIII, Nr. 5.

Wir geben nachstehende Liste der in unseren Tafeln nachgewiesenen Baryumoxydbanden mit den für kleine Dispersion tatsächlich ermittelten Wellenlängen und bemerken, daß ganz dieselben Banden beim Verdampfen von Chlor-, Brom-, Jod- und Fluorbaryum durch Dissoziation, beziehungsweise Oxydation entstehen und nur fragmentarisch daneben Banden des Verbindungsspektrums von $BaCl_2$ etc. auftauchen.

Wir finden Baryumoxydbanden bei:

6782, 6742, 6632, 6596, 6566, 6528, 6499, 6422, 6342, 6291, 6238??, 6225, 6210, 6180, 6164, 6111, 6101, 6063, 6040, 5997, 5864, 5940, 5808, 5761, 5701, 5644, 5601, 5536, 5500, 5493, 5459, 5350, 5215, 5212, 5172, 5095, 5087, 5061, 5019, 4988, 4967, 4936, 4924, 4898, 4880—50, 4831, 4788, 4782, 4771, 4743, 4729, 4725, 4711, 4682, 4669, 4640, 4624, 4608, 4580, 4569, 4554, 4538, 4526, 4514, 4485, 4474, 4434, 4426, 4383, 4345, 4308, 4260, 4150, 4131, 4052, 3995, 3874, 3808, 3735, 3715, 3640, 3630, 3550, 3501, 3470, 3395, 3345.

Bei großer Dispersion erscheinen die Banden der Verbindungsflammenspektren von Baryumoxyd in Liniengruppen aufgelöst (Tafel VIII, Nr. 5). Sie dominieren im Grün und es sind einige Baryum-Metallinien beigemengt, z. B. 6782, 6693, 6494, 6201, 6020, 5944, 5553. Im elektrischen Bogen ist das Baryumoxyd wenig beständig, so daß die Banden des Flammenspektrums fast gänzlich verschwinden und nur das Linienspektrum des Baryummetalles übrigbleibt (vergleiche Tafel X).

Das Verbindungsspektrum des Chlorbaryums äußert sich insbesondere durch die Banden $BaCl_2$ 5314, 5242, 5172, 5136[2]). Sie kommen besonders gut zum Vorschein, wenn man das Chlorbaryum gemischt mit Chlorammonium in die Flamme bringt; sie sind übrigens sehr beständig und dieses Verbindungsspektrum des $BaCl_2$ kann sogar im elektrischen Flammenbogen bestehen. Auch 6356, 5940, 5742, 5135, 4924 sind möglicherweise Chloridbanden, jedoch erscheint uns dies nicht sicher. Die Flamme der bengalischen grünen Feuerwerksätze mit Baryumoxydsalzen nebst Chlorat und Schwefel (zum Beispiel 8 Teile Kaliumchlorat, 5 Teile Baryumcarbonat und 2 Teile Schwefel) zeigt hauptsächlich das Baryumoxydspektrum, einige $BaCl_2$-Banden und relativ schwach jene Ba-Linien, die in allen Flammenspektren vorkommen. Dies zeigt sehr schön unsere Tafel III, Nr. 8. Eine kleine Verunreinigung des Baryumcarbonats durch Strontiumverbindungen verrät sich durch das Auftreten der orangeroten $SrCl_2$-Banden.

Auch das Brombaryum liefert in analoger Weise (neben BaO-Banden) ein Verbindungsspektrum, von welchem wir Banden bei 5360 und 5208 etc. finden; das Baryumjodid zeigt eine Bande bei zirka 5610. Das Baryumfluorid gibt im Knallgasgebläse mehrere nach Rot abschattierte Banden, von denen insbesondere jene mit den Kanten 5001 und 4950 charakteristisch sind und auch im Bogenspektrum auftauchen (siehe dieses).

Kupfersalze

färben die Bunsenflamme grün und geben deutliche schöne Bandenspektren; im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse sind sie noch heller und besser charakterisiert. Diese hübschen Bandenspektren, welche dem Kupferoxyd (vielleicht zum Teile dem Metall?) angehören dürften, sind auf Tafel II, Nr. 3, abgebildet.

Wir finden im CuO-Spektrum der Bunsenflamme eine Anzahl einseitig verbreiterter Linien (6294, 6269, 6162, 6147, 6059, 6046), eine grüne breite Bande zwischen 5600 bis 5200, welche dem Flammenspektrum aller Kupfersalze zukommt und mit Linien durchsetzt ist (siehe Tabelle). Dann finden sich im Flammenspektrum zahlreiche feine Kupferlinien (Metallinien), die auch im Bogenspektrum vorkommen, z. B. Cu 4651; eine sehr schön gegliederte, aus zahlreichen Linien bestehende Bande liegt zwischen 4465 bis 4280, welch letztere Linie gewissermaßen der Bandenkopf ist. Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse sind diese Banden viel besser entwickelt (Tafel V, Nr. 2); wir haben sie mit krystallisiertem schwefelsaurem Kupferoxydammoniak, das in Filterpapierrollen eingewickelt in die Gebläseflamme gebracht wurde, gut erzeugen können. Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse geben alle Kupferoxydverbindungen Cu-Metallinien, zum Beispiel 5782, 5700, 5106, 4651, 4355, 4275, 3274 und 3248, die wir im Bogenspektrum wiederfinden (Tafel XXI, Nr. 9 und XXV, Nr. 8). Ferner finden wir in diesem Flammenspektrum folgende Banden, respektive Linien:

6400, 6376, 6294, 6269, 6162, 6147, 6059, 6046, 5635.

Es folgen Kupferoxydbanden mit vielen Linien:

5508, 5500, 5487, 5465, 5442, 5428, 5420, 5397, 5388, 5370, 5352, 5345, 5342, 5334, 5322, 5310, 5298 (Kante einer Bande), 5274, 5248, 5243, 5167, 4740, 4718, 4694, 4690, 4672 (zahlreiche feine Linien einer Bande), 4465, 4453, 4442, 4431, 4420, 4410, 4400, 4391, 4382, 4373, 4365, 4357, 4349, 4342, 4335, 4329, 4323, 4317, 4312, 4280, 4273, 4268, 4262, 4256, 4250, 4243, 4237, 4145 (hier folgen zahlreiche Linien einer Bande), 4095, 4007 (Kante einer Bande), 3904, 3887, 3870, 3858.

Diese Linienreihen und Bandenkomponenten sind jedoch keineswegs erschöpfend mitgeteilt, sondern nur die zur Identifizierung dienenden wichtigsten Linien- und Bandengruppen.

Im Quarzspektrographen zeigt das Flammenspektrum der Kupferoxydsalze im Ultraviolett keine bemerkenswerten charakteristischen Phänomene; die Banden setzen sich im Ultraviolett schwach fort und die Cu-Linien 3274 und 3248 verraten in diesem Bezirke die Anwesenheit von Kupfer besser als die Banden (Tafel VII, Nr. 8).

Das Flammenspektrum des Kupferchlorids entsteht leichter und ist lichtstärker als das der Kupferoxydsalze. Es unterliegt zahlreichen Varianten, je nach der Dampfmenge

[1]) Die Baryumchloridbande 5136 zeigt diese Wellenlänge als scheinbare Mitte der Bande bei kleiner Dispersion; bei großer Dispersion liegt der Schwerpunkt bei 5139, und zwar liegen dort mehrere Linien.

[2]) Wellenlängenmessungen von Baryumflammenspektren bei großer Dispersion, Olmsted, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 297; Börsch, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1909, S. 323; Dufour, Physikalische Zeitschrift, 1909, S. 323.

oder auch je nach der Stärke des Anfachens der Flamme mit Luft oder Sauerstoff; aus Gemischen von Kupferoxydsalzen und fremden Chloriden (Chlorammonium) entwickelt sich mit Vorliebe das $CuCl_2$-Spektrum beim Erhitzen, ebenso tritt es beim Anfeuchten der Probe mit Salzsäure auf. Dasselbe Spektrum entsteht beim Verflüchtigen von Kupferchlorid durch Erhitzen in schwer schmelzbaren Röhren, Überleiten von Wasserstoff und Anzünden desselben.

Das Kupferchlorid-Flammenspektrum weicht vom Oxydspektrum stark ab. Allerdings tauchen wieder dieselben bandenartigen Streifen im Rot auf, ferner das grüne kontinuierliche, von Linien durchsetzte breite Band, wie wir es vorstehend angegeben und auf Tafel II, Nr. 3 und 4, Tafel V, Nr. 3, sowie Tafel VII, Nr. 9, abgebildet haben. Aber schon in der blaugrünen Spektralzone treten charakteristische, abschattierte $Cu\,Cl_2$-Banden auf, welche einen prächtigen zarten Linienbau aufweisen und in der niedrigen Temperatur der Bunsenflamme sich ebenso schön entwickeln, wie im Knallgasgebläse. In der großen Hitze des Knallgasgebläses tritt aber bereits Dissoziation ein und es treten die Kupferoxydbanden besonders hervor, jene Banden, welche wir in der Flamme des schwefelsauren Kupferoxydammoniaks beschrieben haben; auch werden die Kupferlinien heller und schärfer. Bei starker Belichtung werden alle Banden und Linien von einem kontinuierlichen Spektrum verdeckt.

Nachfolgend sind die Kanten der wichtigsten Kupferchloridbanden angegeben:

5490, 5400, 5270, 4982, 4946, 4882, 4847, 4787, 4758, 4710, 4663, 4651, 4580, 4525, 4493, 4434, 4412, 4355, 4333, 4282, 4259, 4217, 4190, 4125, 4063, 4007, 3962, 3900.

Kupferchlorür gibt dasselbe Spektrum wie Chlorid. Bengalische kupferhaltige Feuerwerksätze, zum Beispiel solche aus Kaliumchlorat, Schwefel und Kupfercarbonat, verdanken ihre Farbe ausschließlich dem hell entwickelten Flammenspektrum des Kupferchlorids, wie Tafel III, Nr. 11, beweist. Das Kupferchloridflammenspektrum zeigt sich nämlich stets außerordentlich leicht, selbst bei sehr kleinen Mengen von Kupfer, bei Gegenwart von irgendwelchen Chloriden. Diese Reaktion ist außerordentlich empfindlich und charakteristisch.

Auch das Kupferbromid gibt sowohl im Bunsenbrenner als im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse ein helles, schönes, eigentümliches Bandenspektrum, welches dem Chloridspektrum einigermaßen ähnlich ist, im Rot und Grün dieselben Linien und Banden aufweist, aber bezüglich der Wellenlänge und Verteilung der stärker brechbaren, nach Rot abschattierten, aus Linien zusammengesetzten Banden wohl charakterisiert ist.

Tafel II, Nr. 5, zeigt dieses Spektrum und folgende Wellenlängen geben eine Übersicht der für Kupferbromid charakteristischen Banden und ihrer Kanten:

5139, 5121, 5070, 5034, 4955, 4878, 4810, 4748, 4651, 4580, 4513, 4462, 4442, 4398, 4375, 4342, 4318, 4287, 4262, 4237, 4209, 4158, 4109, 4070.

Das Kupferjodür färbt die Bunsenflamme schön blaugrün, ebenso wie das Chlorid und Bromid. Es zeigt sich ein helles regelmäßig aufgebautes Bandenspektrum, dessen Banden sich ebenfalls in schmälere Banden und Linien auflösen lassen. Jedoch ist die Wellenlänge der Kanten und die Verteilung ihrer Komponenten eine andere als beim $CuCl_2$ und $CuBr_2$. Wir sehen auf Tafel II, Nr. 6 folgende Kanten des Cu_2J_2-Bandenspektrums:

5330, 5250, 5210, 5142, 5106, 5075, 4760, 4685, 4630, 4575, 4523, 4464, 4408, 4358, 4323, 4320, 4280, 4261, 4213, 4172, 4130, 4098.

Das charakteristische Aussehen der Spektren von Chlor-, Brom- und Jodkupfer benützte Mitscherlich unter anderem zur Erkennung von Chlor, Brom und Jod, indem er den betreffenden Körper oder Ag Cl, Ag Br, respektive Ag J mit Kupferoxyd im Wasserstoffstrome erhitzte und in der H-Flamme das Kupferhaloïdspektrum beobachtete. Die Spektralerscheinungen sind schon im optisch sichtbaren Bezirke an ihrer charakteristischen Form kenntlich, allerdings ist diese Probe[1]) nicht sehr bequem und nicht sicher.

Mangan.

Erhitzt man Manganchlorür ($Mn\,Cl_2$) oder in Salzsäure eingetauchte Manganverbindungen in der Flamme des Bunsenbrenners, so färbt sie sich schön grün (ähnlich wie mit Baryumverbindungen), jedoch zeigt die grüne Flamme im roten, gelben und grünen Spektralbezirke ein sehr schön entwickeltes Bandenspektrum mit regelmäßig angeordneten Nebenbanden, welche gegen Rot zu verlaufen und gänzlich vom Flammenspektrum der Barytsalze verschieden sind. Die Kanten erscheinen bei kleiner Dispersion ganz scharf (Tafel II, Nr. 7); im Gitterspektrum erkennt man aber bei manchen derselben eine kleine Abschattierung nach Violett, sowie den außerordentlich komplizierten, viele Hunderte feine Linien einschließenden Bau der Banden (Tafel VIII, Nr. 6 und 7), der allerdings erst bei der hohen Temperatur des Leuchtgas-Sauerstoffgebläses deutlich hervortritt. Zugleich macht sich ein kontinuierliches Spektrum bemerklich. Auch die Manganoxyd- und Manganhalogenverbindungen geben im Flammenspektrum untergeordnete Mn-Metallinien, sogar schon in der Bunsenflamme (z. B. 5433), noch mehr aber im Knallgasgebläse (z. B. 4824, 4784, 4754, insbesondere aber die Mangan-Hauptlinien 4035, 4033 und 4031). Auch beim Erhitzen von Chlormangan in einem schwer schmelzbaren Glasrohr, Überleiten von Wasserstoffgas und Entzünden desselben entsteht die grüne Manganflamme mit ihrem Mn-Spektrum. Das Bandenspektrum ist wahrscheinlich ein durch Dissoziation des Chlormangans entstandenes Manganoxydspektrum; es ist in der Bunsenflamme insbesondere durch folgende Banden charakterisiert, welche ihre scharfe Kante nach der blauen Seite haben:

6276, 6237, 6204, 6178, 5945, 5911, 5882, 5856, 5665, 5643, 5610, 5586, 5581 (Beginn der Bande), 5424, 5391, 5361, 5269, 5230, 5193, 5160, 5053, 5018, 4978, 4933.

Eigentümlicherweise geben Manganoxyd und seine Salze beim starken Glühen kein so deutliches Flammenspektrum[2]), obschon Banden zum Beispiel bei 5586 auftreten. Im Blitzlicht von Magnesiumpulver mit Kaliumhypermanganat entwickelt sich außer dem K-, Mg- und MgO-Spektrum nur ganz fragmentarisch ein Manganoxyd-Spektrum (5586); es treten besonders die Mn-Metallinien 4035, 4033 und 4031, welche auch im Bogenspektrum Haupt-Manganlinien sind (siehe dieses) und andere feine Mn-Linien, wie 4824, 4784, 4763, 4754, 4202 (Tafel III, Nr. 6) auf. Im Flammenspektrum aller Manganverbindungen sind die Hauptlinien 4034—4031 geeignet, kleine Mengen von Mangan nachzuweisen und wir finden im käuflichen Magnesiummetall, Eisenchlorid etc. diese Linien, wie auch aus unseren Tafeln II, Nr. 12, sowie III, Nr. 2 und 4, ersichtlich ist.

[1]) Vergleiche Friedländer, Über Bestimmung von Chlor, Brom und Jod durch Beobachtung von Flammenspektren, Berlin 1900.

[2]) Mangansulfat ruft in der Bunsenflamme keine Grünfärbung hervor; aber die Flamme färbt sich sofort grün, wenn die manganhältige Probe mit Salzsäure befeuchtet und dann in die Flamme gebracht wird.

Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse treten die Banden des Manganflammenspektrums viel deutlicher als in der Bunsenflamme hervor und findet man bei kleiner Dispersion (Tafel IV, Nr. 9) ihre wichtigsten Kanten [1]) an nachfolgenden Stellen:

6723, 6679, 6634, 6594, 6557, 6525, 6499, 6404, 6315, 6276, 6237, 6204, 6178, 6155, 6007, 6001, 5944, 5911, 5882, 5856, 5796, 5752, 5692, 5610, 5586, 5424, 5395, 5391, 5361, 5318, 5269, 5230, 5193, 5160, 5135, 5095, 5053, 5018, 4976, 4933, 4892, 4853, 4754, 4703, 4647, 4610, 4598, 4567, 4524, 4488, 4455, 4402, 4272, 4248, 4130, 4088, 4086, 4049, 4041, 3790, 3745, 3680, 3630, 3570.

Das Bandenspektrum des Manganoxyds tritt auch in gewissen Stadien beim Bessemerprozeß in der Flamme auf und hat dadurch weiteres Interesse gewonnen. Übrigens erscheinen Rudimente desselben Manganoxyd-Spektrums beim Überschlagen des Induktionsfunkens in wässerige Chlormanganlösungen.

Wie man aus den Aufnahmen im Quarzspektrographen (Tafel VII, Nr. 1) ersieht, sind im Manganflammenspektrum (bei Benützung von Mn Cl_2) im Bezirke kürzerer Wellenlängen noch Banden vorhanden, aber sie sind bei weitem nicht so charakteristisch, wie jene im sichtbaren Teile des Spektrums, welche der Erforschung mit Glasapparaten zugänglich sind.

Blei.

Bleioxydsalz, sowie Chlor-, Brom- und Jodblei erteilen der Bunsenflamme eine fahle, bläuliche Farbe, welche ein schönes Bandenspektrum aussendet (Tafel II, Nr. 8), das wahrscheinlich dem Bleioxyd angehört. Wir benützten Bleichlorid und fanden im Flammenspektrum die Hauptlinien des Blei (4062 und 4058, 3684, 3640, 3574, 2835), die auch im Bogenspektrum vorkommen. Das sehr charakteristische Bandenspektrum entsteht im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse heller und besser definiert als in der Bunsenflamme. Tafeln II, Nr. 8, V, Nr. 4, VII, Nr. 7, zeigen das Pb O-Flammenspektrum (aus Pb Cl_2 in der Flamme erzeugt, wobei Dissoziation und Oxydation eintritt) bei kleiner Dispersion, Tafel VIII, Nr. 8 und 9, bei größerer Dispersion im Gitter, wo man den aus unzähligen feinen Linien bestehenden Bau der Banden erkennt.

Die Banden beginnen im äußeren Rot. Wir haben folgende Banden (Kanten) ermittelt und in die Tafeln eingetragen:

6720, 6680, 6620, 6522, 6476, 6428, 6344, 6288, 6210, 6250, 6159, 6021, 5998, 5911, 5858, 5678, 5618, 5554, 5481, 5461, 5410, 5353, 5333, 5287, 5260, 5219, 5167, 5140, 5026, 4986, 4958, 4916, 4851, 4819, 4783, 4751, 4707, 4694, 4660, 4652, 4632, 4619, 4556, 4511, 4456, 4412, 4354, 4317, 4290, 4229, 4183, 4157, 4146, 4105, 4070, 4037, 3988, 3982, 3956, 3880, 3805, 3748, 3557, 3491, 3402, 3342, 3322, 3264.

Ein Zündsatz von Kaliumchlorat, Schwefel und Bleicarbonat gibt eine helle Flamme, welche dasselbe Bandenspektrum des Bleioxyds aussendet (Tafel III, Nr. 10).

Zinn.

Zinnverbindungen (Zinnoxyd, Zinnoxydsalze) geben im allgemeinen nur schwierig ein Flammenspektrum in der Bunsenflamme. Dagegen erhält man ein hübsches Bandenspektrum beim Verdampfen reichlicher Mengen flüssigen Zinntetrachlorides in der Bunsenflamme (auf rotierendem Nickelnetz in die Flamme eingeführt), wie Tafel II, Nr. 10, zeigt; ferner beim Verbrennen von Wasserstoffgas, das Zinntetrachloriddämpfe enthält; sehr gut beim Verbrennen von Schwefelzinn (Sn S_2), siehe Tafel V, Nr. 5, oder auch beim Erhitzen von Zinnoxyd oder metallischem Zinn im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse. Bei reichlichem Luftzutritt entwickelt sich aus Chlorzinn stets ein charakteristisches Zinnoxydspektrum, das die anderen vorübergehenden, aber schwächeren Halogenspektren verdeckt. Am stärksten erscheinen die blauen, violetten und ultravioletten Partien (Tafel II, Nr. 10, V, Nr. 5, VII, Nr. 5).

In dem Zinn-Flammenspektrum tauchen außer dem Verbindungsspektrum auch Sn-Bogenlinien auf (zum Beispiel 4525, 3801, 3034, 3009 u. a.). Die wichtigsten Kanten der Zinnoxydbanden bei kleiner Dispersion sind folgende:

4766, 4730, 4706, 4683, 4662, 4634, 4614, 4590, 4570, 4540, 4525, 4471, 4452, 4429, 4412, 4391, 4367, 4310, 4302, 4262, 4240, 4219, 4206, 4173, 4122, 4112, 4080, 4075, 4058, 4027, 3985, 3980, 3953, 3949, 3900, 3864, 3834, 3801, 3779, 3753, 3722, 3694, 3615, 3588, 3542, 3487, 3445, 3420, 3407, 3390, 3354, 3326, 3262, 3231, 3208, 3175, 3147, 3124, 3090, 3034, 2863, 2840.

Bemerkenswert ist der spektrographische Nachweis eines Gehaltes von Indium (4511) in dem von uns benützten Schwefelzinn.

Tafel VIII, Nr. 11, zeigt das in Rede stehende Flammenspektrum bei größerer Dispersion im Gitterspektrographen und die feinere Struktur der Zinnoxydbanden.

Wismut.

Wismutchlorid erteilt der Flamme eine fahle, bläuliche Färbung und gibt ein schönes Bandenspektrum.

Es tritt sowohl in der Bunsenflamme (Tafel II, Nr. 9) als im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse (Tafel VII, Nr. 6), in letzterem bei Erhitzen von metallischem Wismut, Wismutoxyd, -chlorid oder -nitrat hervor und im bengalischen Feuerwerksatz von Kaliumchlorat, Schwefel und Wismutcarbonat (Tafel III, Nr. 12). Dieses Bandenspektrum in der Bunsenflamme ist lichtarm; es braucht große Mengen von Chlorwismut, um das Spektrum deutlich zu erhalten. Außer der Metallinie 4723 (die auch im Bogenspektrum erscheint) finden wir in diesem Spektrum Banden bei:

4792, 4760, 4748, 4727, 4677, 4663, 4636, 4617, 4573, 4550, 4538, 4523, 4504, 4466, 4423, 4411, 4386, 4370, 4351.

Die im roten und gelbgrünen Teil gelegenen Banden sind in der Bunsenflamme schwach vertreten und in unserer Photographie nicht zu sehen. Dagegen kommt in der Zündsatzflamme von Wismutcarbonat, Schwefel und Chlorat diese Bandenreihe deutlich zum Vorschein, so daß wir im sichtbaren Teil folgende Banden dieses Wismutflammenspektrums verzeichnen:

6710, 6625, 6500, 6405, 6218, 6045, 5975, 5940, 5875, 5842, 5820, 5780, 5750, 5721, 5685, 5656, 5624, 5605, 4932, 4868, 4860, 4834, 4792, 4760, 4748, 4727, 4677, 4663, 4636, 4617, 4573, 4550, 4538, 4504, 4466, 4423.

Auch das Wismutcarbonat gibt ein Flammenspektrum; wir stellten es mittels der Leuchtgas-Sauerstofflamme und dem Quarzspektrographen her (Tafel VII, Nr. 6). Hierbei treten Bi-Linien, die auch im Bogenspektrum vorkommen, auf, wie zum Beispiel 4723, 4122, 4121, 3596, 3511, 3397, 3068, 3025, 2993, 2989, 2938, 2898 etc. bis 2628, ferner Banden und Linien, von welchen wir folgende markiert haben:

4318, 4125, 3917, 3903, 3888, 3876, 3866, 3852, 3755, 3660.

[1]) Detaillierte Messungen von H. Casaretto siehe H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. V, S. 769.

Chrom.

Leitet man Wasserstoffgas durch flüssiges rotes Chromylchlorid (CrO_2Cl_2), so verbrennt es beim Anzünden unter Ausstoßen von Salzsäuredämpfen zu pulvrigem grünen Chromoxyd. Der untere Teil der Flamme gibt ein Bandenspektrum (Tafel II, Nr. 11) mit Chromoxydbanden, deren Kanten bei 6663, 6395, 6052, 5795, 5565 liegen und welche auch im Bogenspektrum auftreten. Daneben erscheinen deutlich Chromlinien bei 4290, 4275, 4255, 3605, 3594, 3579 etc., welche wir im Bogenspektrum wiederfinden. Dasselbe Spektrum liefert das violette Chromchlorid (Cr_2Cl_6) in fester Form in Fließpapierrollen im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse (Tafel V, Nr. 1, VII, Nr. 3 und VIII, Nr. 10) oder der Leuchtsatz von Magnesium und Ammoniumbichromat (Tafel II, Nr. 12), wo eine noch größere Anzahl von Chromlinien als in der Wasserstoff-Chromylchloridflamme auftritt (5410, 5346, 5298, 5264, 5209 bis 5205, 4652, 4646, 4626, 4616, 4601, 4546, 4497, 4352, 4345, 4340, 4290, 4275, 4255, 3605, 3594 und 3579).

Auch beim Erhitzen von metallischem Chrom im Knallgasgebläse entsteht ein ähnliches Spektrum.

Titan.

Flüssiges Titantetrachlorid, welches in einem Strom von Wasserstoffgas verflüchtigt wird, brennt beim Anzünden mit heller weißer Flamme unter Ausscheidung von Titansäure. Das von dieser Flamme ausgesendete Licht liefert ein kontinuierliches Spektrum, in welchem wir keine Titanlinien beobachten konnten.

Magnesium.

Das Spektrum des an der Luft brennenden Magnesiums, wie es im großen Gitterspektrographen erhalten wird, ist von einem von uns gelegentlich der Wellenlängenmessungen dieses Spektrums abgebildet worden[1]). In den hier gegebenen Tafeln ist dieses Spektrum mit großer Deutlichkeit bei kleiner Dispersion vorgeführt (Tafel III, Nr. 1), und zwar nicht nur die Flamme des Magnesiumbandes an der Luft, sondern die Ausbildung der Magnesiumoxydspektren, wie sie höheren Verbrennungstemperaturen entsprechend den für photographische Zwecke so wichtigen Magnesiumblitzlichtgemischen zukommen. Das aus Magnesiumpulver und Ammoniumnitrat hergestellte Blitzlicht (Tafel III, Nr. 2) entspricht dem Spektrum der in Sauerstoff brennenden Magnesiumflamme.

Unser Magnesiummetall verrät Spuren von Lithium, Natrium und Mangan als Verunreinigung (markiert in Tafel III).

Im Flammenspektrum treten hauptsächlich folgende Linien und Banden (Kanten) auf:

Magnesiumlinien: 5183.79, 5172.87, 5167.49, 4871.26, 3336.82, 3332.33, 3330.04, 3097.00, 3093.09, 3091.18, 2852.24. Magnesiumoxydbanden: 5007.44, 4996.85, 4986.23, 4974.81, 4962.45, 4949.30, 4935.01, 4923.65, 3865.26, 3855.92, 3848.40, 3844.75, 3842.16, 3838.42, 3832.46, 3829.47, 3817.19, 3810.65, 3725.76, 3724.74, 3721.34, 3720.65.

Im Blitzlichtgemische von Magnesiumpulver und Ammoniumnitrat treten neue Linien- und Oxydbanden auf, welche auch deutlich beim Verbrennen von Magnesium in Sauerstoff entstehen, nämlich die Linie 5209 (oder 5210?) und eine Serie von Banden:

5162.8, 5160.7, 5157.1, 5153.7, 5150.6, 5145.9, 5139.2, 5134.8, 4847, 4801, 4783.

Ferner tritt eine Gruppe bei 4847, 4801 bis 4783 hervor (Tafel III, Nr. 2).

Die chemische Wirkung des brennenden Magnesiums ist hauptsächlich durch das kontinuierliche Spektrum des weißglühenden Magnesiumoxyds und daneben durch das Bandenspektrum des Magnesiumoxyds hervorgebracht. Die Helligkeit des Magnesiumlichtes sinkt schon bei 3700 stark und findet bei 3400 ihre praktische Grenze.

Magnesiumblitzlicht aus Magnesiumpulver und Kaliumnitrat gibt das Kaliumflammenspektrum (besonders 6938, 6911, die Gruppen 5832 bis 5782, 5360 bis 5324, 4639, 4047 bis 4044 etc.), daneben das Flammenspektrum des brennenden Magnesiums (Tafel III, Nr. 3).

Analogen Effekt gibt das Blitzlicht aus Magnesium und Lithiumcarbonat (Li 6708, 6103, 4972, 4602, 4273, 4132, 3915. Die Strontiumlinie 4608 ist in den Flammenspektren ein empfindliches Indizium für Verunreinigung des Lithiumpräparates mit Strontium (Tafel III, Nr. 4). Magnesium + Ammoniumbichromat (Tafel II, Nr. 12) siehe bei Chrom.

Das Spektrum der Flammen von Magnesium- und Strontiumnitrat (Tafel III, Nr. 5) ist beim Strontium, das Spektrum des Gemisches von Magnesiumpulver mit Kaliumhypermanganat bei Mangan (Tafel III, Nr. 6) besprochen worden. Gemische von Magnesium mit Cadmiumnitrat, Zinknitrat, Cer- und Thoriumnitrat geben dominierend kontinuierliche Spektren; sie sind wichtig zu Beleuchtungszwecken für „panchromatische" Photographie.

Das Verbindungsspektrum des Magnesiumchlorids im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse zeigt Tafel VI, Nr. 5, auf welcher die Resultate unserer eigenen Messungen eingetragen sind.

Eisenchlorid.

In der Bunsenflamme liefert das Ferrichlorid sowie Ferrochlorid ein undeutliches Spektrum, kontinuierlich, namentlich im Orange bis Grün, von undeutlichen Banden durchsetzt. Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse verstärkt sich das kontinuierliche Spektrum und die wahrscheinlich dem Oxyd, vielleicht teilweise dem Chlorid angehörigen Banden werden deutlicher. Die Eisenoxydbanden tauchen viel präziser, namentlich im roten Spektralbezirke, im kleinen Bogen zwischen oxydischen Eisenelektroden (Magneteisenstein) oder zwischen metallischen Eisenelektroden an der Luft auf, bei kleiner Dispersion sind sie kaum meßbar und keineswegs charakteristisch[2]). Bemerkenswert ist das Auftreten einer Anzahl

[1]) J. M. Eder, Das Flammen- und Funkenspektrum des Magnesiums, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, April 1903; siehe auch Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 411. In obiger Zusammenstellung sind die Standards aus Rowlands „Sonnenatlas" aufgenommen.

[2]) Die genaue Beschreibung und Ausmessung des Emissionsbandenspektrums des Eisenoxyds nahm Ernst Domek im photochemischen Laboratorium der Verfasser vor; siehe Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 437.

Eisenlinien (Bogenlinien) in dieser Flamme, und zwar schon im sichtbaren sowie auch im ultravioletten Teile, z. B. 5372, 5324, 5270, 4482, 4462, 4427, 4405, 4384, 4376, 4326, 4310, 4271, 4046, 3899, 3886, 3860 etc. (Tafel IV, Nr. 10); bei genügender Belichtung sind die metallischen Eisenlinien im Eisenflammenspektrum sehr zahlreich und scharf.

Nickel.

Beim Erhitzen von Nickelchlorid im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse erhielten wir eine Anzahl von Ni-Linien (auch im Bogenspektrum vorkommend) nebst Linien und Banden von Verunreinigungen (Chlorcalcium, Kaliumchlorid etc.) herrührend. Im sichtbaren Teile treten bei kürzerer Belichtung so gut wie keine Ni-Linien auf (Tafel IV, Nr. 11), dagegen ist die Helligkeit im ultravioletten Teile größer und es sind viele feine Ni-Linien bemerklich. Wir führen beispielsweise folgende an:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3858.5	1	3572.0	1	3510.5	2	3461.8	3	3437.4	1	3414.9	3	3380.7	2
3619.5	3	3566.5	2	3501.0	1	3458.6	3	3433.7	2	3393.1	2	3369.7	2
3610.6	1	3524.7	3	3493.1	3	3453.0	1	3423.9	1	3391.2	1	3050.9	1?
3597.9	1	3515.2	3	3472.7	2	3446.4	2						

Bei reichlicher Belichtung tauchen in diesem Flammenspektrum viel mehr Ni-Linien auf. Man erhält sie auch im Flammenspektrum von metallischen Nickel- oder Nickeloxydsalzen (Tafel VIII, Nr. 12).

Kobalt.

Erhitzt man Kobaltchlorid im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse, so entwickelt sich nebst einem Bandenspektrum der Verunreinigungen (Chlorcalcium etc.) vielleicht ein Bandenspektrum (Kobaltchloridbanden?), jedenfalls aber eine Reihe scharfer Kobaltlinien, die auch im Bogenspektrum vorkommen und welche wir auf Tafel IV, Nr. 12, und VIII, Nr. 13, abgebildet finden. Auch im Flammenspektrum von metallischen Kobalt oder Kobaltoxydsalzen treten sie auf. Obschon bei längerer Belichtungszeit viel mehr Co-Linien auftauchen, so ist doch der Typus dieses Spektrums durch nachfolgende Linien gekennzeichnet:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4581.8	4	4058.8	1	3882.1	2	3620.6	1	3550.8	1	3506.5	3	3453.7	4
4286.0	2	4045.6	2	3874.1	5	3605.2	1	3533.5	2	3502.5	3	3449.4	4
4252.5	3	3998.1	1	3873.2	5	3602.2	3	3529.9	3	3495.8	2	3443.8	3
4234.2	1	3995.4	6	3845.6	3	3595.0	3	3526.9	4	3491.5	1	3433.2	2
4190.9	3	3978.8	1	3842.2	1	3587.3	3	3523.6	1	3489.6	1	3431.8	2
4121.5	10	3941.9	1	3745.7	1	3585.3	3	3521.7	1	3483.6	1	3417.3	1
4119.0	5	3941.1	1	3652.7	1	3575.5	4	3518.5	1	3474.2	4	3412.6	4
4110.7	1	3936.1	1	3647.9	1	3569.6	2	3512.8	5	3465.9	3	3405.3	4
4092.6	2	3910.1	2	3631.6	1	3565.1	1	3510.0	4	3462.9	2	3044.1	1
4066.6	1	3894.3	4	3628.0	1	3561.0	1						

Silber.

Beim Verdampfen von metallischem Silber im Knallgasgebläse oder, weil leichter, beim Erhitzen von Chlorsilber auf Filtrierpapierrollen in einer Leuchtgas-Sauerstofflamme entwickelt sich das Bandenspektrum des Silbers[1]), das wir auf Tafel V, Nr. 6, und VII, Nr. 10, abbilden. Das zufolge Verunreinigung auftretende fremde Bandenspektrum des Calciumoxyds oder -chlorids, ferner das Kohlenspektrum, die Linien des Li, Na und Mn haben wir in unseren Tafeln markiert und die wichtigeren Silberbanden, welche dem elementaren Silber angehören, hervorgehoben. Die Maxima der Silberbanden liegen bei:

4675, 4620, 4568, 4525, 4475, 4430, 4393, 4378, 4180, 4127, 4102, 4098, 4062, 3900, 3810, 3750, 3640, 3577, 3540, 3520, 3359, 3330.

Daneben tauchen Silberlinien (auch im Bogenspektrum vorfindlich) auf, namentlich 5466, 5209, 3383, 3281, welche größere Helligkeit erreichen als das meistens sehr verschwommene Silberbandenspektrum. In stark erhitzten Kohleröhren mit Glimmerfenster liefert glühender Silberdampf dieselben Banden[2]).

[1]) Entdeckt von Hartley, welcher eine große Anzahl von Flammenspektren untersuchte und in Philos. Transact., 1894, Bd. CLXXXIII und 1895, Bd. CLXXXV, beschrieb (Flame spektra at high temperatures; Banded flame spectra of metals 1901, Scientific Transact. of the Royal Soc. Dublin); er beschrieb die Flammenspektren von Li, K, Na, Sr, Ba, Mn, P_2O_5, As, Se, Te, Sb, Bi, Pb, Sn, Au, Ag etc. Die hier angegebenen Wellenlängen entstammen unseren eigenen Messungen.

[2]) Duffield und Rossi, Astrophys. Journ., 1908, Bd. XXVIII, S. 371.

Palladium.

Palladiumchlorür gibt beim Erhitzen im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse mehrere Metallinien (Tafel V, Nr. 7), von welchen wir beispielsweise 4213, 4088, 3959, 3894 anführen.

Gold.

Goldchlorid erteilt der Bunsenflamme eine schöne grüne Farbe. Das Spektrum zeigt Banden, welche vielleicht ein Verbindungsspektrum des Chlorgoldes sind. Dieses Phänomen ist jedoch sehr flüchtig. Erhitzt man trockenes Chlorgold in einer Filtrierpapierrolle in der Leuchtgas-Sauerstofflamme, so treten (abgesehen von verunreinigenden $CaCl_2$- und CaO-Banden etc.) Banden auf, deren Kanten bei 4440 und bei 3973 liegen, woran im Ultraviolett sich Goldbanden bei ungefähr 3650 und 3460 anschließen. Die letztere Kante ist der Kopf einer schönen aus zahlreichen feinen Linien bestehenden Bande; die Linien verlaufen gegen Rot derart, daß sie anfangs dicht, später weiter auseinander liegen, wie Tafel V, Nr. 8, deutlich zeigt. Man beachte die Kohlebande (zwischen C und Ca unserer Tafel), welche mit dem Goldspektrum nichts gemein hat. Das hier beschriebene Spektrum scheint das Bandenspektrum des elementaren Goldes[1]) und mit dem bei Verdampfen von metallischem Gold im Knallgasgebläse auftretenden Bandenspektrum identisch zu sein.

Als Beispiel für den Linienreichtum dieser Goldbanden geben wir folgende Liste der approximativ gemessenen Komponenten der Bande 3973, welche auf unserer Tafel sichtbar sind:

4204.7, 4203.0, 4193.9, 4189.0, 4175.9, 4174.3, 4165.2, 4163.6, 4156.3, 4151.5, 4148.0, 4140.1, 4134.1, 4133.1, 4128.7, 4126.1, 4119.4, 4117.9, 4115.1, 4113.1, 4107.6, 4102.3, 4101.1, 4098.0, 4096.0, 4093.1, 4089.0, 4087.3, 4083.4, 4080.0, 4079.2, 4075.8, 4072.9, 4071.1, 4069.4, 4063.7, 4062.8, 4058.0, 4055.1, 4047.5, 4044.2, 4040.2, 4039.3, 4033.9, 4032.9, 4030.9, 4027.6, 4025.4, 4021.4, 4018.9, 4016.0, 4013.3, 4010.7, 4007.9, 4005.8, 4002.9, 4001.2, 3998.3, 3996.9, 3994.1, 3993.3, 3990.4, 3989.8, 3986.9, 3984.0, 3981.4, 3979.1, 3977.2, 3975.6, 3974.4, 3973.3, 3973.0 (Kante).

Antimon.

Antimonchlorid erteilt der Bunsenflamme eine bläuliche Farbe, welche ein kontinuierliches Spektrum und undeutliche Banden liefert. Ein sehr gut entwickeltes Flammenspektrum erhält man aber beim Verbrennen von Antimonpentasulfid im Leuchtgas-Knallgasgebläse (Tafel V, Nr. 9). Bei Verwendung von metallischem Antimon entsteht unter gleichen Verhältnissen dasselbe Bandenspektrum, ebenso durch Verbrennen von Wasserstoffgas, das Dämpfe von Antimonpentachlorid enthält. Bei kleiner Dispersion im Glasspektrographen bemerkt man folgende Hauptbanden (Kanten):

5600, 5530, 5501, 5430, 5420, 5342, 5275, 5127, 5070, 4977, 4945, 4926, 4825, 4800, 4752, 4680, 4626, 4611, 4600, 4510, 4495, 4455, 4400, 4348, 4305, 4272, 4248, 4162, 4148, 4132, 4075, 4038, 4003, 3988, 3948, 3930, 3906, 3894, 3855, 3806, 3765, 3725, 3692, 3670, 3653, 3615, 3565, 3468, 3405, 3374.

Daran schließen sich ultraviolette Banden, die nur im Quarzspektrographen erhältlich sind (Tafel VII, Nr. 4).

Dem Bandenspektrum mengt sich in der Regel ein Linienspektrum des elementaren Antimons bei, zum Beispiel 3723, 3638, 3268, 3030, 2878, 2770, 2598, 2529 und andere, welche man im Bogenspektrum wiederfindet.

Schwefel.

Das Spektrum der blauen Flamme des brennenden Schwefels erscheint zumeist kontinuierlich. Verdampft man aber große Mengen Schwefel im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse, so treten schwierig zu beobachtende Banden auf, welche wir photographierten und auf Tafel V, Nr. 10, abbilden konnten[2]). Man beachte das Swansche Spektrum, welches als linienreiche Bande das Schwefelspektrum durchsetzt und in unserer Tafel besonders bezeichnet ist.

Bei kleiner Dispersion beobachteten wir folgende wichtigere Banden des Schwefelflammenspektrums:

4653, 4610, 4565, 4525, 4485, 4433, 4193, 4160, 4080, 4044, 3938, 3833.

Selen.

Auch das Selen gibt, analog dem Schwefel, beim Erhitzen in der Leuchtgas-Sauerstofflamme ein Bandenspektrum, das in ein kontinuierliches Spektrum eingebettet ist (Tafel V, Nr. 11). Im Glasspektrographen erhielten wir folgende Banden, deren approximative Wellenlängen folgende sind:

4700, 4618, 4590, 4570, 4550, 4493, 4450, 4420, 4410, 4340, 4223, 4170, 4151, 4134, 4124, 4100, 4093, 4080, 4038, 3940.

Tellur.

Beim Erhitzen von Tellur in der Leuchtgas-Sauerstoffflamme entwickelt sich, ähnlich wie beim Schwefel und Selen, ein bandenartiges Flammenspektrum auf kontinuierlichem Grunde, das wir im Glasspektrographen photographierten und auf Tafel V, Nr. 12, abbildeten. Eine Verunreinigung unseres Tellurs durch Blei verrät sich durch die Linie 4058.

Das Bandenspektrum des Tellurs erscheint bei kleiner Dispersion mit nachstehenden Wellenlängen:

4820, 4760, 4705, 4669, 4648, 4620, 4600, 4585, 4560, 4535, 4490, 4468, 4435, 4412, 4343, 4270, 4211, 4151, 4136, 4127, 4080, 4074, 4012, 4002, 3953, 3940.

[1]) Das ultraviolette Bandenspektrum des Goldes in der Knallgasflamme wurde von Hartley und Ramage untersucht.

[2]) Nicht zu verwechseln mit dem wohldefinierten Bandenspektrum des Schwefels in Plückerschen Röhren beim Durchschlagen des elektrischen Funkens. Siehe Eder und Valenta, Die Spektren des Schwefels, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, März 1898; auch: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 268. Schwefel, Selen, Tellur geben beim Erhitzen in Röhren mit Quarzfenster bei 1400° C. kontinuierliche Spektren mit mehr oder minder deutlichen Banden (s. Paterno und Mazzucchelli, Beibl. Annal. d. Phys., 1909, Bd. XXXIII, S. 536); diese Spektren dürften dieselben sein, wie die von uns in der Flamme beobachteten und gemessenen.

Aluminium.

Beim Glühen von Aluminium oder Aluminiumchlorid im Knallgasgebläse konnten wir kein charakteristisches Flammenspektrum erhalten [1]). Wir geben auf Tafel VII, Nr. 2, das Spektrogramm einer derartigen Flamme; es liefert den Nachweis der Verunreinigung (K, Mn, Ca, Na), zeigt aber im übrigen nur ein kontinuierliches Spektrum.

Quecksilber

gibt kein ausgesprochenes Flammenspektrum. In der Regel ist weder in der Bunsen- noch Knallgasflamme ein Emissionsspektrum des Hg auffindbar. Mitunter taucht die Quecksilberlinie 2536 (eine starke Bogenlinie) auf [2]).

Arsen.

Das Flammenspektrum des Arsens entsteht schwierig; beim Erhitzen von Arsen in der Leuchtgas-Sauerstofflamme ergibt sich kein Arsen-Bandenspektrum, wohl aber zeigen sich mitunter schwache Arsenlinien. Einige Arsenlinien nebst Spuren von Banden erhält man im bengalischen Weißfeuer bei Zusatz von Schwefelarsen (Realgar), ebenso beim Verstäuben einer Lösung von arseniger Säure oder Arsensäure in der Bunsenflamme. Die Arsenlinien des Flammenspektrums (zum Beispiel 2860, 2780, 2745, 2492, 2456, 2437, 2381, 2349, 2288) kommen auch im ultravioletten Bogenspektrum vor (siehe dieses).

Silicium.

Elementares Silicium, Silikate, Fluorsilikate, geben in der Flamme kein bemerkenswertes Flammenspektrum. Bekanntlich entstehen aber Bandenspektren, wenn man Wasserstoff mit Chlor- oder Bromsilicium mischt und anzündet, ebenso in der mit Chlorsiliciumdämpfen gesättigten Leuchtgas-Sauerstofflamme. Siliciumwasserstoff oder Fluorsilicium geben kein Flammenspektrum. Siliciumhalogenverbindungen liefern im Geisslerrohre bei schwachen Entladungen wohldefinierte Spektren. Wir haben diese Spektren nicht abgebildet, weil sie für den spektralanalytischen Nachweis des Siliciums geringere Bedeutung besitzen, dagegen das ultraviolette Linienspektrum, sowohl im Bogen als Funken, besonders charakteristisch ist und diese Spektren mehrfach (siehe später) in vorliegendem Werke beschrieben sind.

[1]) Hartley und Ramage glauben ein Bandenspektrum des Aluminiums erhalten zu haben; vgl. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, V, S. 104.

[2]) Wattewille, Compt. rend., 1906, Bd. CXLII, S. 269.

II. BOGENSPEKTREN.

Die Bogenspektren der Elemente sind weit lichtstärker als die Flammenspektren; es treten Emissionspektren der Elemente und häufig auch solche ihrer Verbindungen auf. Mit wenigen Ausnahmen sind die Bogenspektren ebenso wie die Funkenspektren geeigneter zum spektralanalytischen Nachweis kleiner Mengen von Elementen als die Flammenspektren, namentlich wenn man den sehr wichtigen ultravioletten Teil berücksichtigt.

Unvermeidliche Verunreinigungen der Kohle, auf welche man die zu untersuchenden Substanzen zu bringen pflegt, sind Spuren von Lithium, Natrium, Magnesium, Calcium, Strontium, Bor, Silicium, mitunter Aluminium, Eisen etc.

Lithium.

Das Bogenspektrum des Lithiums entsteht außerordentlich leicht und deutlich, selbst bei Anwesenheit geringer Spuren von Lithium. Die Lithiumlinien kehren sich leicht um, einzelne verbreitern sich bei größerer Dampfdichte enorm, z. B. 6708, 6104, 4602; manche Linien verbreitern sich einseitig nach Rot (4273, 3985), andere nach beiden Seiten gleichmäßig (6708, 6104, 4132). Unsere Tafeln zeigen das Lithumbogenspektrum im Gitter-, Glas- und Quarzspektrographen (Tafel IX, Nr. 1, 2, 3; XXII, Nr. 2; XXVII, Nr. 5) und man ersieht folgende Linien, deren Wellengängen in der Tabelle nach Rowland (Standards) sowie nach den Messungen von Kayser und Runge[1]) angeführt sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6708.07	50	4603.17[2])	10	4273.44	3	3985.94	1	3794.9	3	3232.77	6	2562.60	3
6103.81	10	4602.25	10	4132.44	8	3915.2	5	3718.9	1	2741.39	5	2475.13	2
4972.11	3												

Diese leicht zu erhaltenden Linien sind in den Tafeln besonders bezeichnet. Die schwierig zu photographierenden unscharfen Lithiumlinien 3794, 3718, 3670 sind nur in den Quarzprismenspektrogrammen ersichtlich. Einige kurzwellige ultraviolette Lithiumlinien, z. B.: 2425.55, 2394.54, sind so lichtschwach, daß sie in unseren Tafeln nicht zu sehen sind. Die rote Lithiumlinie 6708 tritt im Bogen hartnäckig als Verunreinigung aller Arten von Kohle, als: Retortenkohle, Lindenkohle (selbst wenn sie nach Bunsens Methode gereinigt wurde), Gasruß (durch Pressen und Glühen leitend gemacht) etc. auf, so daß der Spektralanalytiker in Verlegenheit kommt, wenn er unter Benützung von Kohleelektroden Lithiumspuren nachweisen will[3]).

Natrium.

Im Bogenspektrum des Natriums dominiert bekanntlich die orangegelbe doppelte „D-Linie", welche bei größerer Dampfdichte beiderseits stark verbreitert und meistens umgekehrt erscheint, wie dies auf Tafel IX, Nr. 4, charakteristisch ersichtlich ist. Geringe Spuren von Natriumverbindungen geben die D-Linie scharf und fein und man findet diese fast unvermeidlichen Spuren von Natrium in fast allen Spektren unserer Tafeln als mehr oder weniger feine Linien. Auch äußere Linienpaare treten so stark auf, daß man mit ihnen rechnen muß, wenn Natrium als Verunreinigung im Bogenspektrum auftritt. Ein einziges Na-Linienpaar ist unscharf nach Violett (5675, 5670), andere nach Rot zu (5688, 5682, 4983, 4979).

Unsere Heliogravüren zeigen dieses Spektrum im Gitter-, Quarz- und Glasspektrographen (Tafel IX, Nr. 4 und 5; XXII, Nr. 3; XXVII, Nr. 6); man ersieht folgende Linien, respektive Linienpaare (Wellenlängen nach Rowland und Kayser):

[1]) Über die Spektren der Elemente, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin 1890; siehe auch H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. V, 1910, S. 690.

[2]) Von Exner und Haschek u. a. gemessen worden; fällt in der Abbildung mit 4602 zusammen.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 520.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6160.97	5	5682.86	5	4983.53	2	4669.4	2	4500.0	1	2852.91	6
6154.43	5	5675.92	2	4979.30	2	4665.2	2	4494.3	1	2680.46	4
5896.15	100	5670.40	2	4752.19	2	4546.03	1	3303.12	6	2593.98	1
5890.18	100	5153.72	3	4748.36	2	4542.75	1	3302.50	6	2512.23	1
5688.43	5	5149.19	3								

Die ultravioletten Linien kürzerer Wellenlänge sind lichtarm; sie erscheinen auf unseren Tafeln nur im Quarzprismenspektrum. Die schwachen Natriumlinien sind schwer erhältlich, am besten bei Verwendung von größeren Mengen metallischen Natriums auf Kohleelektroden. Zur Identifizierung von Natrium sind seine äußeren ultravioletten Linien unverwendbar.

Kalium.

Die Linien des Kaliumbogenspektrums sind im allgemeinen weniger hell als jene des Lithiums und Natriums. Jedoch erhält man sowohl im sichtbaren als ultravioletten Spektrum ganz leicht eine Reihe sehr charakteristischer Kaliumlinien, von denen auf unseren Tafeln IX, Nr. 6 und 7, XX, Nr. 1, XXII, Nr. 4, XXVII, Nr. 7 (Gitter-, Glasprismen- und Quarzprismenspektrum), folgende Linien erscheinen. Der rote Teil ist auf Tafel XX, Nr. 1, besonders photographiert und zeigt die äußersten langwelligen Kaliumlinien des sichtbaren Spektrums in schönen Umkehrungserscheinungen auf Dicyaninplatten. Auf den anderen Tafeln fehlen diese Linien, weil die damals bei den Aufnahmen verwendeten Platten in diesem Bezirke nicht genug empfindlich waren. Die Wellenlängen[1]) der in unseren Tafeln ersichtlichen wichtigeren Linien sind:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7699.41	5	5832.49	4	5359.88	5	5112.68	1	4642.5	1	3446.49	4	3102.37	} 2
7665.39	6	5812.62	3	5343.35	3	5099.64	1	4047.37	10	3217.76	} 2	3102.15	} 2
6939.32	6	5802.29	5	5340.08	5	5097.75	1	4044.30	10	3217.27	} 2		
6911.59	5	5782.98	5	5323.55	2	5084.49	1	3447.49	4				

Die roten Kaliumlinien 7699 und 7665 kehren sich leicht unter Verbreiterungserscheinungen um. Die ultravioletten Linien kürzerer Wellenlänge sind lichtarm und erscheinen nur bei Anwesenheit von viel Kalium; wir haben sie hier nicht weiter berücksichtigt.

Bei spektrographischen Untersuchungen ist besonders auf die Anwesenheit der Kaliumlinien 4047 bis 4044 zu achten, da sie (nebst den roten Linien des Kaliums) auch bei geringeren Substanzmengen leicht auftreten. Bei vielen Kaliumlinien treten Verbreiterungserscheinungen auf.

Rubidium.

Das von uns verwendete Rubidiumchlorid enthielt als Verunreinigung Kalium, Natrium, Lithium, Cäsium und Calcium. Diese fremden Linien sind in den Tafeln bezeichnet; die charakteristischen Rubidiumlinien des Bogenspektrums[2]) treten deutlich hervor (Tafel IX, Nr. 8 und 9). Wir bemerkten insbesondere folgende Linien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7947.7	2	7408.71	1	6206.74	6	5654.20	3	4215.72	10	3351.03	2
7800.3	4	7280.53	1	6160.20	4	5648.60	4	4201.98	10	3348.86	2
7759.6	1	7060.09	1	6071.30	3	5431.83	4	3591.74	8	3229.3	1
7619.7	1	6298.85	8	5724.84	8	5362.4	3	3587.23	8	3228.2	1

Am stärksten treten die Linien 4215 und 4202 auf; jedoch ist das Rubidiumspektrum im allgemeinen lichtschwächer als das des Kaliums, Natriums und Lithiums. Unsere Tafeln IX, Nr. 8 und 9; XX, Nr. 2; XXII, Nr. 5 und XXVII, Nr. 8, zeigen das Rubidiumspektrum im Gitter-, Glas- und Quarzspektrographen. Dieselben Linien treten relativ noch leichter im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse mit Rubidiumchlorid auf. Das prächtig entwickelte rote Rubidiumbogenspektrum zeigt Tafel XX, Nr. 2, wobei namentlich 7947 und 7800 durch die schönen Umkehrungserscheinungen auffallen.

[1]) Nach Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 554 von 7699 bis 5782; von 4047 bis 4044 nach Rowland; die übrigen Linien nach Kayser und Runge, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin und nach Exner und Haschek, Wellenlängentabellen, 1904.

[2]) Nach Wellenlängenmessungen von Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 573 von 7947 bis 5648; dann Kayser und Runge, Über die Spektren der Elemente, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch. Berlin 1890; Exner und Haschek, Wellenlängentabellen, 1904.

Cäsium.

Das Cäsiumbogenspektrum wurde von uns mittels Cäsiumchlorid erhalten und man ersieht in unseren Heliogravüren (Tafel IX, Nr. 10 und 11; XX, Nr. 3; XXII, Nr. 6; XXVII, Nr. 9) alle charakteristischen Cäsiumlinien[1]):

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7280.5 [2])	1	6723.52	10	6010.33	5	4555.44	10
7228.8 [2])	1	6586.45	4	5843.9	4	3888.83	2
6983.5	3	6355.6	2	5663.7	2	3876.73	3
6973.60	10	6217.6 [2])	2	5635.1	1	3617.08	1
6872.6 [2])	2	6213.0	8	4593.34	8	3611.84	2
6826.9 [2])	1						

Tafel XXII, Nr. 6 (Glasprismenspektrum) zeigt hübsche Umkehrungserscheinungen der Cäsiumhauptlinien 4593 und 4555. Viele Cs-Linien sind einseitig nach Rot verbreitert, was am Gitterspektrum leicht nachweisbar ist.

Bei unserem Cäsiumspektrum (Glasspektrograph) sieht man deutlich das kontinuierliche Spektrum, das sowohl im Flammen- als auch im Bogenspektrum der Alkalien auftritt und das je nach der Dampfdichte, aber auch nach der Belichtungs- und Entwicklungsweise der Spektrumphotographien an Intensität variiert. Die große Ähnlichkeit der Flammenspektren der Alkalien mit ihren Bogenspektren wurde schon im Vorhergehenden (siehe Seite 12) erwähnt.

Beryllium.

Berylliumoxyd auf Kohle gibt im Bogenlicht ein linienarmes Spektrum. Unsere Tafel IX, Nr. 12, zeigt die scharfen Hauptlinien (nebst den Kohlebanden). Der kurzwellige Teil (Quarzspektrograph) ist auf Tafel XXVII, Nr. 12, abgebildet, und zwar beide nach kurz belichteten photographischen Aufnahmen. In folgender Tabelle sind die wichtigsten Berylliumlinien[3]) angeführt, wovon die Doppellinie 3331—3332 die bemerkenswerteste ist.

Das Linienspektrum des Berylliums[3]) ist ziemlich lichtschwach.

λ	i	λ	i	λ	i
4572.87	5	3130.55	10	2494.53	3
3321.49	6	2651.04	5	2350.86	1
3321.22	6	2650.41	5	2348.70	3
3131.19	10	2494.96	3		

Magnesium.

Das Bogenspektrum des metallischen Magnesiums (auf Kohleelektroden) ist sehr lichtstark. Jedoch verraten sich selbst auch kleine Mengen von Magnesiumsalzen durch die im Bogen auftretenden Hauptlinien, namentlich 5183, 5172 und 5167 im Grün sowie 3838 bis 3829 im Ultraviolett. Auf unseren Tafeln findet sich das Mg-Spektrum in verschiedenen Stadien, je nach der herrschenden Dampfdichte (Gitter-, Glasprismen- und Quarzprismenspektrum, Tafel X, Nr. 1 und 2, Tafel XXII, Nr. 7, und Tafel XXVII, Nr. 11).

Genauere Messungen des Magnesiumbogenspektrums wurden von verschiedenen Seiten vorgenommen. Die Messungen von Kayser und Runge[4]) umfassen das Gebiet von 5711 bis 2605. Ein Teil dieser Linien wurde auch von Exner und Haschek[5]) gemessen, während Paschen[6]) Messungen im Ultrarot vornahm und Rowland[7]) die im Sonnenspektrum auftretenden Magnesiumlinien feststellte. Manche Linien des Magnesiums zeigen interessante Umkehrungs- und Verbreiterungserscheinungen, welche je nach der Menge des Mg-Dampfes stark variieren; wir bringen derartige Spektren auf Tafel XXII, Nr. 7, zur Darstellung. Die ultraviolette Hauptlinie 2852 zeigt charakteristische, gewaltige Umkehrungsphänomene auf Tafel XXVII, Nr. 10, zugleich mit einer Verbreiterungserscheinung; dieselbe Tafel, Nr. 11, zeigt diese umgekehrte Linie schmal und scharf, während Tafel XXVIII, Nr. 1 und 2, die Linie (als Verunreinigung von Calcium und Strontium) scharf und fein zeigt; dasselbe ist bei der Aufnahme im Gitter (Tafel X, Nr. 2) mit metallischem Magnesium bei geringer Dampfdichte der Fall. Solche Variationen der Spektren kommen bekanntlich in anderen Fällen häufig vor.

Mitunter tritt im Bogenspektrum das Bandenspektrum des Magnesiumoxyds auf, zum Beispiel bei langem Flammenbogen, welches Oxydspektrum eigentlich für das an der Luft verbrennende Magnesiummetall charakteristisch ist (siehe Flammenspektrum).

[1]) Gemessen von Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 524 von 6983 bis 5589. Daselbst sind auch mehrere Nebenlinien angegeben, welche in obiger Tabelle weggelassen sind, da sie nur bei großer Dampfdichte auftreten. Die übrigen Wellenlängen siehe Kayser und Runge, Exner und Haschek; ferner Saunders, Astrophysic. Journal, Bd. XX, S. 199.

[2]) Diese Linien sind nur auf Tafel XX, Nr. 3, zu sehen.

[3]) Messungen nach Rowland und Tatnall, Astrophysic. Journal, Bd. I, 1895, S. 14.

[4]) Über die Spektren der Metalle, Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin 1891.

[5]) Wellenlängentabellen, 1904.

[6]) Annal. d. Phys. [IV], Bd. XXIX, 1899, S. 625.

[7]) Preliminary table of Solar spektrum.

Eine unserer Spektrumphotographien (Tafel XXII, Nr. 7) zeigt das MgO-Band bei 5006 besonders schön entwickelt. Der kurzwellige Teil des Mg-Bogenspektrums ist lichtarm und tritt nur bei Verwendung von metallischem Magnesium und bei großer Dampfdichte auf; wir konnten dieses Spektrum im Quarzspektrographen bis 2605 verfolgen. Das Bogenspektrum des Mg differiert stark vom Funkenspektrum.

Man beachte das Fehlen der Hauptfunkenlinie 4481 im Bogenspektrum und Flammenspektrum (vergleiche die Tafeln); die enorm helle Funkenlinie 4481 tritt im elektrischen Bogen (Magnesiummetall auf Kohle an der Luft) bis zum völligen Verschwinden zurück, erscheint jedoch auch im Magnesiumbogenspektrum bei Anwendung einer Wasserstoffatmosphäre[1]). Die Magnesiumlinien des Bogenspektrums kommen im Sonnenspektrum vor, und zwar sind die Fraunhoferschen Linien b_1, b_2 und b_4 gleich Mg 5184, 5173 und 5167, während der zwischenliegenden Linie b_3 die Eisenlinien 5169.22 bis 5169.07 (Rowland) entsprechen.

Folgende Linien (nach Messungen von Rowland sowie von Kayser und Runge) sind charakteristisch:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5711.31	2	3987.08	1	2938.67	3	2779.94	6
5528.64	4	3838.44	10	2936.99 ⎫	3	2778.36	5
5183.79	10	3832.45	10	2936.61 ⎭	1	2776.80	5
5172.87	10	3829.50	10	2928.74	1	2736.84	3
5167.49	8	3336.82	6	2915.57	1	2733.80	3
4730.42	2	3332.33	4	2852.22	10	2672.90	2
4703.18	8	3330.04	5	2802.80	8	2669.84 ⎫	2
4571.28	3	3097.01	8	2798.07	1	2668.26 ⎭	2
4352.08	6	3093.09	5	2795.63	8	2633.13	1
4167.81	4	3091.12	5	2783.08	5	2630.52	1
4058.45	2	2942.21	3	2781.53	5	2605·4	1

Calcium.

Das Bogenspektrum des Calciums, wie es auf Tafel X, Nr. 3 und 4, dargestellt ist, wurde mit metallischem Calcium zwischen Kohleelektroden erhalten. In demselben treten die Linien 6494, 6463, 6439 und 5858, das Linienbündel 5603 bis 5582 hervor; besonders kräftig kommt die Linie 4227 als Hauptlinie des Calciumbogenspektrums zur Geltung, welche, Linie sich im Sonnenspektrum als Fraunhofersche Linie *g* und in dem Bunsenflammenspektrum der Calciumverbindungen sowie im Funkenspektrum vorfindet; sie erscheint auch im elektrischen Ofen bei Anwendung von metallischem Calcium. Kräftig treten ferner die beiden Fraunhoferschen Linien *H* und *K* des Sonnenspektrums, 3969 und 3934, hervor, welche Linien in der Bunsenflamme bei Verwendung von $Ca\,Cl_2$ nicht, dagegen schwach im Knallgasgebläse und sehr kräftig sowohl im Bogen- als auch im Funkenspektrum des Calciums auftreten. Im Funkenspektrum treten die Linien *H* und *K*

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7326.39	4	6162.39	4	5349.65	6	4685.45	1	4307.91	5	3933.83	30	3269.31	1
7202.42	5	6161.50	2	5270.44	6	4586.05	4	4302.69	5	3737.06	1	3225.74	2
7148.38	6	6122.43	6	5265.73	6	4581.58	3	4299.15	5	3644.56	4	3215.15	2
6717.95	8	6102.94	6	5264.41	6	4578.73	3	4289.53	4	3630.82	4	3209.68	1
6573.03	3	5867.79	2	5262.42	4	4527.10	2	4283.17	4	3624.26	3	3181.40	1
6499.88	4	5857.67	10	5261.88	4	4456.79 ⎫	4	4226.90	50	3487.86	2	3179.45	4
6494.00	6	5603.08	4	5189.02	4	4456.06 ⎬	8	4098.69	2	3474.98	2	3158.99	4
6471.89	4	5601.50	4	5041.80	3	4455.00 ⎭	10	4095.09	2	3468.68	1	3006.95	2
6462.78	6	5598.71	4	4878.32	3	4435.85	8	4092.82	1	3361.92	4	2999.76	2
6450.03	3	5594.69	8	4847.50	1	4435.13	8	3973.86	1	3350.22	4	2997.47	2
6439.29	6	5590.35	6	4833.85	1	4425.61	6	3968.63	20	3344.49	3	2995.06	2
6169.78	4	5588.98	8	4823.04	1	4355.26	3	3957.17	1	3286.26	2	2398.66	2
6169.25	2	5582.20	2	4807.47	1	4318.82	5	3949.04	1	3274.88	2	2275.60	2
6163.97	1	5513.13	4										

selbst bei Spuren von Calcium noch deutlich hervor, während 4227 früher verschwindet. Andrerseits bleibt bei niedriger Temperatur 4227 allein übrig und die Linien *H* und *K* verschwinden früher; diese Linie zeigt die kleinsten Spuren von Calcium auf photographischem Wege an. Der rote Teil des Calciumbogenspektrums ist auf Tafel XX dargestellt, und zwar unter Verwendung von Calciumchlorid, -bromid und -jodid; er zeigt das Linienspektrum des metallischen Calciums und das Verbindungsspektrum der betreffenden Calciumhalogenverbindung sowie des Oxyds. Auf Tafel X, Nr. 3 und 4, XXII, Nr. 8 und 9 und XXVIII, Nr. 1 (Gitter-, Glasprismen- und Quarzprismenspektrum), findet man auch die stärker brechbaren Linien dieses Spektrums abgebildet; sie besitzen die in vorstehender Tabelle enthaltenen Wellenlängen[2]):

[1]) Vergleiche Eder, Das Flammen- und Funkenspektrum des Magnesiums, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, April 1903; Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, I., S. 410; Hartmann und Eberhard, Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1903, S. 40 und 234.

[2]) Von 7326 bis 5513 nach Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 525; die Ca-Linien kürzerer Wellenlänge nach Rowland (Sonnenspektrum) und dort, wo Rowlands Standards fehlen, nach Kayser und Runges Abhandlung: Über die Spektren der Elemente, IV., Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1891.

Daß im Flammenspektrum der Bunsenflamme die Banden der Verbindungsspektren des Calciums dominieren und das Linienspektrum des metallischen Calciums sehr wenig entwickelt ist, während im Bogenspektrum das letztere enorm hell wird, geht unmittelbar aus unseren Abbildungen hervor. Bei großer Dampfdichte kehren sich zahlreiche Ca-Linien leicht um, wobei besonders 4227 zur Verbreiterung neigt; dies zeigt Tafel XXII, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), wo man auch das Auftreten eines kontinuierlichen Spektrums im blauen und violetten Bezirke wahrnimmt. Im äußeren Ultraviolett ist das Bogenspektrum des Calciums nicht besonders hell (siehe Tafel XXVIII, Nr. 1, Quarzprismenspektrum). Die Banden, welche im Bogenspektrum bei Verwendung von Calcium auftreten, sind den Banden von Calciumoxydsalzen im Flammenspektrum ähnlich, aber beide sind nicht identisch, wie Tafel VIII, Nr. 1 und 2, sowie Tafel X, Nr. 3, zeigen; es scheint vielleicht ein Bandenspektrum des metallischen Calciums zu existieren. Olmsted[1]) nimmt an, daß die nach Rot abschattierten, das ganze Spektrum durchgehenden Banden keine Oxyd-, sondern Metallbanden darstellen. Die im elektrischen Bogen auftretenden Bandenspektren des Calciumchlorids, -bromids und -jodids sind aber sicherlich Verbindungsspektren dieser Halogenverbindungen; sie sind deutlich voneinander verschieden und ihr Schwerpunkt rückt mit steigendem Atomgewicht des Halogens gegen Rot vor, wie Tafel XX, Nr. 4, 5 und 6, deutlich zeigen. Im Gitterspektrographen sind die charakteristischen Banden in Streifen und Linien auflösbar, wie wir (Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien 1910) zuerst angegeben haben. Die Chlorcalciumbanden bei kleiner Dispersion zeigt Tafel XXII, Nr. 8 (man vergleiche die betreffenden Flammenspektren auf Tafel I, Nr. 9 und 10), wobei die nebenbei im Flammenspektrum auftretenden Calciumoxydbanden 5543 bis 5511 zu beachten sind, welche im Bogenspektrum des Calciumchlorids (Tafel XXII, Nr. 8, Glasprismenspektrum) zurücktreten.

Calciumchlorid.

Das im roten Bezirke des Bogenspektrums auftretende Verbindungsspektrum des Chlorcalciums, wie es auf Tafel XX abgebildet ist, erscheint als sehr charakteristische, helle, diskontinuierliche, breite Bande, welche sich ungefähr von 5810 bis 6362 erstreckt und bei guter Dispersion als kompliziert gebautes Bandensystem erscheint, welches zahlreiche bald hellere, bald schwächere (zumeist gegen Violett unscharfe) Banden und Streifen enthält. Bei 5810 beginnt ein schwaches Band, welches aus vielen schmalen Streifen besteht. Jenseits der Natriumlinie erhebt sich ein stärkeres, breiteres Band, dessen Mitte ungefähr bei 5937 liegt; dann folgt eine Reihe regelmäßig angeordneter, verbreiterter Linien oder schmaler Banden[2]). Im Orange beginnt das dichtere Bandenkonglomerat mit folgenden Streifen und Bandenkanten[3]):

λ	i		λ	i		λ	i	
6362	3	Streifen	6278	1	Linie	6098.5	3	Kante der Hauptbande
6345	3	Kante einer nach Violett abschattierten Bande	6262	2	„	6093	1	„ „ „
6334	3	Kante einer nach Violett abschattierten Bande	6259	2	scharfe Kante einer nach Violett abschattierten Bande	6076.5	3	Streifen
6319	3	Kante einer nach Violett abschattierten Bande	6249.5	2	Kante	6068	3	Kante
6307	2	Kante einer nach Violett abschattierten Bande	6237	2	„	6048	2	Streifen
			6225	8	„	6006	2	verbreiterte Linie
			6212	10	Kante der Hauptbande	6003	2	„ „

Calciumbromid.

Die roten Banden des Verbindungsspektrums des Calciumbromids im elektrischen Flammenbogen (Tafel XX, Nr. 5) zeigen ihren Anfang im Orange und wachsen bis 6277 zu großer Intensität an, um dann wieder schwächer zu werden.

Wir haben die nachfolgend zusammengestellten Streifen und Bandenkanten, welche ähnlich wie jene des Calciumchlorid- und Calciumjodid-Spektrums zumeist unscharf gegen Violett sind, gemessen:

λ	i		λ	i		λ	i	
6343	4	stark verbreiterte Linie	6258	3	Nebenkante	6006	2	schmales Band
6318	2	Streifen	6210	3	„	6003	2	schwächere Bande, welche von zahlreichen Streifen unterbrochen, gegen die Na-Linie abfällt
von 6285 bis 6280		breiter Streifen	6143		verwaschener Streifen			
6277	10	Kante der Hauptbande; erstreckt sich bis 6040; besteht aus einer Serie einseitig verbreiterter Banden, deren scharfe Seite nach Rot liegt; bei längerer Belichtung schließt ein kontinuierliches Spektrum die Banden zusammen	6097	3	„ „			
			6091	1	„ „	5995	1	Linie
			6088	2	„ „	5991	1	„
			6075	2	„ „	5983	2	Streifen
			6067	2	verbreiterte Linie	5978	1	„
			6057	2	„ „			

[1]) Siehe H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. V, 1910, S. 255.

[2]) Sie wurden gemessen von Meisenbach, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1908, S. 258.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 527.

Calciumjodid.

Im Bogenspektrum des Calciumjodids (Tafel XX, Nr. 6) finden sich starke Banden, deren Kanten zumeist gegen Violett unscharf sind.

Daneben treten bandartige Streifen oder stark verbreiterte Linien auf. Wir haben die nachfolgenden Calciumjodidbanden gemessen:

λ	i		λ	i		λ	i	
6411.5	3	Kante unscharf gegen Violett	6187	3	Kante	6006	3	verbreiterte Linie
6389	4	„ „ „ „	6130	3	„	6003	3	„ „
6362	3	„ „ „ „	6097	4	Streifen	5995	2	„ „
6343	2	Streifen	6092	2	verbreiterte Linie	5992	2	„ „
6309	4	„	6088	3	„ „	5984	3	Streifen
6290	5	Kante unscharf gegen Violett	6084	2	Kante unscharf gegen Violett	5977	2	„
6258	6	Kante	6076	3	„ „ „ „	5973	2	„
6248	6	„	6068	4	„ „ „ „	5964	2	verbreiterte Linie
6237	5	„	6058	3	„ „ „ „			

Calciumfluorid.

Das Calciumfluorid gibt im Flammenbogen, Tafel X, Nr. 9, und Tafel XXIII, Nr. 2, ungefähr dieselben Fluoridbanden wie im Knallgasgebläse. Wir finden kräftige Banden zwischen 6300 und 6160, 6087, 6064 (Kante einer nach Violett verlaufenden Hauptbande), 5860 (Kante eines nach Rot abschattierten Bandes), 5848 (Kante eines nach Violett abschattierten Bandes) und die Hauptbande des Fluorcalciums mit der Kante 5291; bei einzelnen dieser Banden ist in unserer Tafel die feine Linienstruktur zu erkennen. Genaue Messungen dieser Banden wurden von Ch. Fabry[1]) und später von J. Rösch[2]) ausgeführt; nach diesen Messungen liegen die Anfangskanten der einzelnen Banden bei:

6301.39, 6285.78, 6087.36, 6064.61, 6054.30, 6051.03, 6037.15, 5889.31, 5848.14, 5293.08, 5291.23, 5146.60, 5145.59.

Strontium.

Das Bogenspektrum des Strontiums wurde zwischen Kohleelektroden mit Strontiumchlorid, -bromid und -fluorid erhalten. Die Abbildungen auf den Tafeln X, Nr. 5, 6, 10 und 12, XX, Nr. 7, XXII, Nr. 10 und 11, XXIII, Nr. 3, und XXVIII, Nr. 2, zeigen das Bogenspektrum des Strontiums, wie es mit dem Gitter-, Glas- und Quarzspektrographen erhalten wurde.

In allen Fällen treten die Linien 6388.5, 6388.68, die Gruppe 5543.5 bis 5540.26, ferner jene von 5257.12 bis 5222.43, dann die Linie 4872.66 und insbesondere die Linie 4607.51, welch letztere sich bei Gegenwart von Spuren Strontium im Bogenspektrum dieser Elemente stets vorfindet und zum Nachweise des Strontiums verwendet werden kann; mit ihrer Hilfe kann man die enorme Verbreitung des Strontiums in fast allen Erdalkalipräparaten nachweisen. Auch die Linien 4215.69 und 4077.88 sind charakteristisch.

Wir haben das Bogenspektrum des Strontiums (aus Strontiumchlorid und aus Strontiumbromid auf Kohle) sowohl im Gitterspektographen (Tafel X, Nr. 5, 6 und 12), als auch im Glasspektrographen (Tafel XXII, Nr. 10 und 11) abgebildet. Es erscheint im Bogenspektrum aller Strontiumverbindungen des Linienspektrums des Sr, dann das Strontiumoxydbandenspektrum (einigermaßen ähnlich wie es in der Flamme erhalten wird) bald mehr bald weniger deutlich, ferner bei Benützung von Strontiumhaloïden die Hauptbande des Strontiumchlorids, -bromids und -fluorids, welche auch der enormen Hitze des elektrischen Flammenbogens standhalten. Das Jodid scheint weniger beständig zu sein.

Wir verweisen zum Beispiel auf Spektrumphotographien mit kleiner Dispersion, wo die $SrCl_2$-Banden 6360 und 6233 (vielleicht besser 6240) ersichtlich sind. Sehr deutlich sind die Fluorstrontiumbanden (Tafel X, Nr. 10 und Tafel XXIII, Nr. 3) zu sehen, und zwar mit einer Kante bei 6655 und einer Hauptbandenkante bei 6632, dann die ähnlich gebauten Banden mit den Kanten 6527 und 6512, dann eine schwache Bande bei 6419, dann die Kante der starken, nach Rot abschattierten Fluorstrontiumbande bei 5780 mit der Nebenkante 5771.

Den roten Teil des Sr-Spektrums haben wir auf Dicyaninplatten photographiert und auf Tafel XX abgebildet. Die Wellen-

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7309.65	1	7153.24	1	6791.30	4	6547.09	3	6388.50	6	6364.21	3	5970.37	4
7280.60 Ba	1	7070.45	6	6643.78	4	6504.26	6	6386.76	6	6346.03	3	5817.02	1
7232.53	1	6892.83	4	6617.50	4	6466.08	4	6380.95	5	6162.38	5	5543.50	5
7167.49	3	6878.63	6	6550.53	4	6408.70	10	6370.20	5	6122.47	3	5540.26	5

1) Compt. rend., Bd. CXXXVIII, 1904, S. 1581.

2) Untersuchungen über die Struktur der Banden im Spektrum der Effektkohlen sowie des Baryumfluorids, Inaugural-Dissertation, Bonn, 1906.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5535.00	5	5156.37	8	4784.43	4	4338.00	6	3940.91	2	3464.68	8	3190.1	2
5522.02	5	4971.85	1	4755.59	2	4326.60	1	3705.88	5	3457.70	1	3189.4	2
5504.47	5	4968.11	6	4742.07	4	4319.39	5	3653.90	4	3456.78	1	3182.4	1
5486.35	6	4962.45	8	4729.93	1	4308.49	2	3653.32	4	3380.89	6	3172.3	1
5481.13	8	4892.20	8	4722.42	6	4305.64	5 R.	3629.15	3	3366.43	4	2931.98	8
5451.07	5	4876.35	8	4678.39	6	4215.69	10 R.	3628.62	3	3351.35	6	2569.6	4
5257.12	10	4872.66	10	4607.51	30 R.	4161.95	4	3577.45	1	3330.15	4	2428.2	4
5238.76	8	4869.41	6	4531.54	3	4077.88	10 R.	3547.92	3	3322.32	4	2354.4	2
5229.52	6	4868.92	6	4480.96	4	4032.51	1	3504.70	2	3307.64	6	2275.38	1 R.
5225.35	6	4855.27	5	4438.22	5	4030.45	4	3499.40	3	3301.81	6	2165.99	1 R.
5222.43	6	4832.23	5	4412.82	1	3970.15	6	3477.33	2	3200.4	2	2152.91	1 R.
5213.23	2	4812.01	5	4361.87	4	3969.42	6	3475.01	3	3199.1	2		

längen der Sr-Linien sind von 7309 bis 5451 nach eigenen Messungen [1]), dann zum Teile nach Kayser und Runge angeführt [2]); auch Rowland gab einige Sr-Standards, in der vorstehenden Tabelle mit R bezeichnet.

Im Bogenspektrum der Strontiumverbindungen dominiert das Linienspektrum des Metalles. Die bei so hoher Temperatur im Emissionsspektrum sich erhaltenden Chlorid-, respektive Bromidbanden sind mehr oder weniger schwach (siehe Tafel XXII, Nr. 10 und 11), während im Flammenspektrum das Gegenteil eintritt.

Die schönen orangeroten Banden des Strontiumoxyds (oder Metalls?), welche im Bogenspektrum auftreten, sind ähnlich, aber nicht identisch den Oxydbanden im Flammenspektrum. Unsere Tafel VIII, Nr. 3 und 4, zeigt die verwaschenen Strontiumoxydbanden bei der niedrigen Flammentemperatur, während die Abbildung auf Tafel XX, Nr. 7, die in schärfere Linien und Banden aufgelösten Oxydbanden bei derselben Dispersion darstellt und diese Differenz deutlich ersichtlich macht.

Wegen der Wichtigkeit der Strontiumoxydbanden teilen wir die Wellenlängenmessungen (nach eigenen Messungen, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 580) im Nachstehenden mit, um die Abbildung derselben verständlich zu machen (die Sr-Metallinien sind in dieser Tabelle weggelassen).

Das Strontiumoxydspektrum beginnt mit vielen unscharfen, verbreiterten Linien und schmalen Banden bei 7030; dann folgen:

λ	i		λ	i		λ	i	
6897	2	verbreiterte Linie	6586	3	breite Bande mit vielen Linien (6586–6555)	6242	2	Streifen
6887	2	„ „	6570	2		6180—79	2	„
6858	2	„ „	6555	2		6162	2	verbreiterte Linie
6852	1	„ „	6527	2	verbreiterte Linie	6158	1	„ „
6846	2	„ „	6520	2	„ „	6154—50	1	Streifen
6820	2	Kante unscharf gegen Violett	6514	1	„ „	6089	1	„
6814	2	verbreiterte Linie	6510	1	„ „	6083	1	„
6804	3	Kante	6485	1	Kante	6076	1	„
6755	2	„	6480	2	Linie	6064	3	Schluß der Bande
			6477	3	verbreiterte Linie	6059		Mitte „ „
			6474	3	„ „	6053	1	Beginn einer „
hierauf folgen viele feine Linien bis			6468	2	Kante unscharf gegen Violett	6031	1	Mitte einer „
			6464		Mitte einer Bande	6020	2	Linie
6732	3		6457	1	Kante	6010	1	„
6727	3	verbreiterte Linie	6438	1	Linie	6007	2	verbreiterte Linie
6724	3	Kante	6431	1	verbreiterte Linie	6001	1	„ „
6717	1	verbreiterte Linie	6419	1	Kante	5998	1	„ „ und Ende einer Bande
6713	3	Kante	6416	1	„			
6696	1	Linie	6330	1	Kante unscharf gegen Violett	5994	1	Komponenten einer Bande
6686	3	Kante	6320	2	„ „ „ „	5990	2	Kante unscharf gegen Rot
6671	5	Kante einer starken Bande, unscharf gegen Violett	6317—16	3	Streifen	5986	2	verbreiterte Linie
			6312	1	Kante unscharf gegen Rot	5977	3	„ „
6665—61	3	verbreiterte Linie	6308	1	„ „ „ „	5972—70	4	Kante unscharf gegen Rot
6636	4	„ „	6297	2	verbreiterte Linie	5962—60	1	Streifen
6633	3	„ „	6288	1	„ „	5958	1	Linie
6621	1	Kante unscharf gegen Violett	6277	1	„ „	5955—53	2	Streifen mit vielen feinen Linien
6607	6	Kante einer Hauptbande, unscharf gegen Violett	6274	1	Kante	5950	5	Kante
			6271	3	verbreiterte Linie	5944	4	„
6597		Mitte einer Bande	6249—46	3	Streifen	5941	3	„

Im Orange ober der Natriumlinie *(D)* endet diese Serie der Strontiumoxydbanden. Dieses Beispiel zeigt den komplizierten Bau solcher Verbindungsspektren; bei größerer Dispersion kann die Auflösung aber noch viel weiter getrieben werden.

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 578.

2) Siehe auch Fowler, Astrophysic. Journal, 1905, Bd. XXI, S. 82; Jechel, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1907, S. 322; Exner und Haschek, Wellenlängentabellen, 1904.

Baryum.

Das Bogenspektrum des Baryums wurde unter Verwendung verschiedener Halogensalze des Baryums ($BaCl_2$, BaF_2, $BaBr_2$) auf Siemenskohle hergestellt und erscheint auf Tafel X, Nr. 7, 8 und 11, ferner auf Tafel XX, Nr. 8 (Gitterspektrum), Tafel XXII, Nr. 12, XXIII, Nr. 1 und 4 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XXVIII, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet.

Das Baryumspektrum ist eines der hellsten und an starken Linien im Rot reichen Spektren, dessen Helligkeit im langwelligen Teil besonders bemerkenswert ist im Vergleiche mit dem Baryumflammenspektrum bei niedriger Temperatur der Bunsenflamme. Bei letzterem dominieren die grünen Banden (Oxydbanden!) so stark, daß sie die ganze Flamme grün färben, während das Linienspektrum des elementaren Baryums im elektrischen Flammenbogen eine auch äußerlich im weißen Farbenton des Lichtbogens bemerkliche Abänderung der Farbenverteilung zeigt, weil es so ziemlich in allen Zonen des sichtbaren Spektrums helle Linienscharen aufweist. Das über das ganze Gelb bis ins äußerste Rot gut verteilte, helle und charakteristische Bogenspektrum des Baryums macht es für den Spektralanalytiker besonders gut zur Orientierung im langwelligen Spektralbezirke geeignet.

Die Baryumsalze, welche bei Herstellung der Spektren verwendet wurden, insbesondere das Chlorid, enthielten Calcium und Strontium als Verunreinigung. Folgende Linien sind besonders bemerkenswert [1]):

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7911		6595.58	7	5800.59	5	5055.12	1	4506.11	5	4130.88	6	3593.58	1
7905		6527.56	6	5784.28	1	4947.50	1	4493.82	4	4110.46	1	3579.97	1
7780.68	1	6514.56	1	5777.97	9	4934.24	10	4489.50	4	4087.90	1	3577.79	3
7672.38	2	6498.99	5	5713.67	2	4903.11	2	4467.36	2	4085.35	1	3544.94	3
7643.40	1	6497.17	7	5709.80	2	4900.13	5	4432.13	4	4079.56	1	3525.23	3
7488.31	2	6483.15	6	5680.39	4	4878.00	2	4413.96	1	3995.92	4	3501.29	6
7460.12	1	6479.90	1	5620.41	3	4726.63	5	4407.10	2	3993.60	8	3420.48	4
7417.82	1	6451.11	6	5593.48	2	4700.64	3	4402.75	7	3935.87	5	3377.19	2
7392.71	2	6341.92	6	5535.69	10	4691.74	5	4359.80	1	3917.42	1	3357.00	2
7280.56	5	6235.43	2	5519.37	7	4673.69	3	4350.49	6	3910.04	4	3323.06	2
7229.17	2	6141.93	10	5437.66	4	4636.80	1	4333.04	1	3906.20	1	3281.96	1
7195.53	4	6111.03	8	5424.82	7	4628.45	3	4325.38	1	3892.93	4	3262.57	1
7153.74 [2])	2	6083.72	2	5365.46	2	4620.19	3	4323.15	2	3891.97	4	3071.71	8
7120.55	6	6063.34	8	5306.00	1	4605.11	1	4291.32	3	3889.45	2	2785.22	6
7090.45	3	6019.71	7	5302.97	3	4600.02	4	4283.27	6	3861.87	2	2771.51	1
7060.24	5	5997.31	7	5294.40	1	4591.88	1	4264.45	2	3794.77	1	2702.78	4
6868.11	2	5971.92	7	5291.16	1	4589.82	1	4242.83	2	3701.87	1	2647.41	2
6865.98	4	5965.01	2	5277.84	1	4579.84	6	4239.91	2	3689.28	1	2641.52	2
6722.02 [2])	1	5907.88	4	5267.20	4	4574.08	5	4224.11	2	3664.76	1	2596.89	5
6708.10	1+Li	5853.90	7	5253.94	1	4554.21	10	4179.57	1	3637.10	2	2347.67	2
6694.07	4	5826.52	6	5177.60	2	4525.19	4	4166.24	3	3611.17	1	2335.27	2
6675.53	4	5819.16	2	5175.74	2	4523.48	4	4132.60	1	3599.60	2	2304.36	2
6654.25	2	5805.90	3	5160.27	5								

Das Bandenspektrum des Oxyds tritt im Bogenspektrum der Baryumverbindungen weit mehr zurück als dies beim Calcium und Strontium der Fall ist. Man bemerkt wohl auch im roten Spektralbezirke (Tafel XX, Nr. 8) bei Verwendung von Baryumchlorid ein aus vielen Linien bestehendes zartes Bandenspektrum. Im grünen Spektralbezirke bleiben im elektrischen Bogen von Baryumchlorid auf Kohle einige deutliche Baryumchloridbanden als Emissionsverbindungsspektrum gewahrt; es sind dies die $BaCl_2$-Banden 5314, 5242 und 5136 (Tafel X, Nr. 7), welche sich auch im Flammenspektrum des Chlorbaryums (neben Oxydbanden) stets vorfinden.

Baryumfluorid gibt im Bogenspektrum ein sehr charakteristisches Verbindungsspektrum mit Banden bei 5001, 4992 und 4950, welche aus zahlreichen feinen Linien bestehen, die ihre scharfe Kante gegen Violett haben und gegen Rot verlaufen.

Yttrium.

Zur Herstellung dieses Spektrums, welches auf Tafel XI, Nr. 1 und 2, sowie Tafel XX, Nr. 9 (Gitterspektren) Tafel XXIII, Nr. 5 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXVIII, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet ist, wurde „chemisch reines“ Yttriumoxyd (von E. Merck in Darmstadt bezogen) auf Siemenskohle verwendet. Außer den Verunreinigungen, welche von dem Gehalte der Kohle an fremden Bestandteilen (Calcium, Natrium, Bor, Lithium u. a., siehe Tafel XIX, Nr. 12 und 13) herrühren, enthielt das Yttriumpräparat noch Erbium, Dysprosium und Ytterbium. Auf Tafel XI, Nr. 1, sind die im roten Spektralbezirke gelegenen, gut definierten Oxydbanden des Yttriums deutlich zu sehen. Es sind dies zwei starke Gruppen mit je sechs Kanten, die nach der roten Seite des Spektrums abschattiert erscheinen. Die erste der starken Banden beginnt bei 5972.32, die zweite bei 6132.34. Zwischen diesen Banden sind einzelne schwächere zu bemerken.

Das Bogenspektrum des Yttriums wurde von uns [3]) im Bezirke 7346.3 bis 6538.82 mit dem großen Gitterapparate

[1]) Die Baryumlinien von 7780 bis 5519 wurden von uns genau, die Linien 7911 und 7905 mit der Skala am Negative gemessen; die letzteren zwei Linien sind auf Tafel XX nicht zu sehen. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 521; außer diesen Linien wurden Standards von Kayser und Runge sowie einige Rowlandsche Standards bei der Zusammenstellung dieser Tabelle benützt.

[2]) Siehe Tafel XX, Nr. 8.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 34 und 608.

photographiert und die Wellenlängen der Linien gemessen, während im äußersten Rot von 7346.3 zum Anschlusse an diese Messungen die Linien, welche in der Tabelle geführt werden, von uns mit einem kleinen Gitter photographiert und gemessen wurden. Weitere Messungen im sichtbaren Teile und im Ultraviolett bis 2227.85 liegen von H. Kayser[1]) vor. G. Eberhard[2]) hat im Jahre 1909 Messungen von 4527.98 bis 2760.17 vorgenommen. In der nachstehenden Tabelle sind die in unseren Abbildungen charakteristischeren Linien und Kanten auf Grund dieser Messungen mit ihren Wellenlängen verzeichnet.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7346.3	1	6564.28	2	5744.05	3	5200.58	8	4732.57	1	4251.34	2	3611.19	5
7264.1	2	6558.40	1	5743.57	3	5196.59	1	4728.71	1	4235.85	8	3602.07	15
7202.1	1	6557.60	3	5729.09	3	5135.36	1	4696.98	1	4220.78	2	3600.88	15
7191.6	3	6538.82	3	5720.80	1	5123.38	3	4682.50	5	4217.96	1	3593.07	5
7148.2	4	6437.41	2	5706.93	5	5119.28	2	4678.52	1	4204.85	5	3587.89	6
7127.9	2	6435.23	8	5675.48	4	5087.60	6	4675.03	8	4177.68	10	3584.65	6
7075.3	2	6402.23	2	5675.31	4	5072.34	1	4659.06	1	4174.29	6	3571.58	1
7054.3	2	6275.21	1	5663.15	10	5070.36	1	4658.50	1	4167.67	8	3552.83	2
7052.9	4	6237.00 [3])		5648.68	6	5007.13	1	4652.31	1	4157.79	2	3549.14	8
7035.4	3	6222.79	3	5644.90	5	4982.30	2	4643.86	8	4143.02	10	3496.24	6
7010.6	4 v.	6218.15 [3])		5630.35	8	4974.47	1	4613.17	1	4128.48	10	3485.88	1
6980.0	4	6200.04 [3])		5606.55	4	4948.74	2	4604.98	1	4125.08	2	3484.20	1
6958.3	3 v.	6191.93	4	5598.54	1	4922.06	2	4596.77	1	4102.55	10	3468.03	3
6952.1	1	6182.46 [3])		5582.10	8	4906.28	1	4590.97	1	4083.86	6	3448.96	1
6950.4	5	6165.31 [3])		5581.30	8	4900.30	8	4585.51	1	4077.52	10	3362.13	1
6933.8	4	6150.94	4	5577.62	5	4895.44	1	4582.35	1	4047.78	5	3328.01	8
6908.6	2	6148.62 [3])		5567.97	3	4886.83	1	4581.95	1	4039.98	4	3281.04	4
6896.4	3	6138.65	2	5556.66	6	4886.46	1	4581.51	1	3987.63	5	3242.41	8
6887.5	5	6132.34 [3])		5546.23	3	4883.88	8	4544.50	1	3982.74	8	3216.81	8
6858.6	2	6127.61	4	5544.82	4	4881.63	1	4527.98	6	3951.73	6	3203.45	5
6853.4	1 v.	6124.70	4	5527.77	8	4860.03	2	4527.43	6	3950.50	8	3200.39	5
6845.6	6	6114.95	4	5526.94	2	4856.90	1	4514.19	1	3946.35	3	3195.74	5
6835.7	3	6108.05 [3])		5521.85	4	4855.07	6	4506.14	6	3930.80	3	3191.43	1
6833.0	2	6102.97	1	5513.86	1	4854.44	2	4487.68	4	3904.75	2	3179.55	2
6815.6	4	6097.00	3	5510.12	6	4845.86	3	4487.43	4	3878.40	2	3173.17	3
6803.6	3 v.	6089.60	4	5503.67	5	4840.05	5	4477.63	3	3833.05	5	3135.29	3
6800.0	5	6088.19	1	5497.64	6	4839.34	4	4477.14	3	3818.48	4	3096.02	6
6795.67	4	6073.03 [3])		5493.38	1	4823.50	3	4446.81	1	3788.84	6	3022.40	2
6794.02	3	6060.53	1	5480.95	4	4819.86	2	4445.49	1	3776.69	4	3021.85	2
6736.25	2	6054.00 [3])		5466.67	8	4818.40 [3])		4443.83	1	3774.47	8	2997.06	2
6708.06	1	6036.83 [3])		5438.45	5	4817.59 [3])		4436.32	1	3747.69	4	2984.37	2
6701.10	2	6020.11 [3])		5424.59	2	4799.49	1	4422.77	10	3710.41	10	2974.70	2
6687.83	4	6003.81 [3])		5403.00	6	4787.08	3	4398.20	10	3692.65	2	2965.09	2
6664.59	3	5987.87 [3])		5380.85	2	4781.22	1	4375.11	15	3668.66	2	2948.53	2
6650.87	3	5972.32 [3])		5290.00	1	4761.17	5	4358.90	10	3664.76	5	2919.20	2
6648.26	2	5781.90	3	5270.53	1	4752.97	3	4348.96	8	3633.26	8	2886.58	1
6613.97	4	5774.14	1	5240.96	1	4741.60	1	4309.78	10	3628.84	5	2854.55	1
6577.12	3	5765.85	3	5205.89	8	4733.64	1	4302.43	5	3621.09	5	2422.30 [4])	1

Lanthan.

Das auf den Tafeln XI, Nr. 3 und 4 sowie XX, Nr. 13 (Gitterspektren), ferner XXIII, Nr. 6, und XXVIII, Nr. 5, abgebildete Bogenspektrum des Lanthans wurde unter Benützung von reinem Lanthanammoniumnitrat, welches uns Baron Auer von Welsbach zur Verfügung stellte, gewonnen. Der Flammenbogen, welcher mit diesem Salze unter Benützung von Kohleelektroden erhalten wurde, zeigte einen blauweißen Kern mit orangefarbigem Saum.

Das Spektrum enthielt zahlreiche Linien und ließ daneben mehrere zum Teil sehr charakteristische Banden (siehe später) erkennen. Das Linienspektrum wurde von uns in dem Bezirke von 7066.50 bis 5455.35 gemessen[5]). Ferner liegen Messungen von Josef Kellner[6]), Ernst Wolff[7]), O. Lohse[8]) und von Exner und Haschek[9]) vor. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Wellenlängen von in den Abbildungen noch deutlich erkennbaren Linien des Lanthans sind diesen Abhandlungen entnommen.

Die Linien im äußersten Rot treten viel kräftiger in der Abbildung auf Tafel XX hervor, als auf jener von Tafel XI, da für diese Aufnahmen Platten verwendet wurden, welche für das äußerste Rot mit Dicyanin sensibilisiert waren.

Die Wellenlängen dieser Linien auf ganze Angströmsche Einheiten sind in den betreffenden Abbildungen eingraviert, aber außer den Linien 7066.50 und 7046.22, welche wir gemessen haben, in die Tabelle nicht aufgenommen worden.

[1]) Die Bogenspektren des Yttriums und Ytterbiums, Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wiss., Berlin, 1903.

[2]) Über das Bogenspektrum des Yttriums, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VII, 1909, S. 245.

[3]) Kante.

[4]) Siehe Tafel XXVIII, Nr. 4.

[5]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 39.

[6]) Das Lanthanspektrum, Inaugural-Dissertation, Bonn, 1904.

[7]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. III, 1905, S. 395.

[8]) Funkenspektra einiger Metalle, Publ. d. astrophysic. Observatoriums zu Potsdam, Bd. XII [III], S. 179.

[9]) Wellenlängentabellen, 1904.

Außer dem Linienspektrum erhält man bei Verwendung von Lanthanammoniumnitrat auf Kohleelektroden ein Bandenspektrum, welches aus den Abbildungen auf Tafel XI, Nr. 3 und 4, und Tafel XX, Nr. 13 (äußerstes Rot auf Dicyaninplatten) zu sehen ist.

In der letzteren Abbildung ist eine Bande, deren Kanten nach Rot abschattiert sind, deutlich zu erkennen. Die Kanten dieser Bande liegen bei 7497, 7485, 7465, 7444, 7434, 7414, 7404, 7380, 7194, 7179, 7161, 7148, 7132, 7117, 7101, 7086, 7071, 7069, 7055, 7041, 7024, 7022 und 6995 [1]).

Tafel XI, Nr. 3 und 4, zeigt weitere fünf Banden, deren Hauptkanten bei 5866, 5600, 5380.21, 4418.4 und 4372.1 liegen und von denen insbesondere die beiden letzten charakteristisch sind. Diese beiden Banden besitzen eine deutlich markierte Hauptkante und vor derselben liegend einen „Trabanten", wie dies von S. Kellner konstatiert wurde.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7066.50	4	6293.85	3	5769.53	} 10	5302.81	5	4728.56	4	4322.67	6	3886.46	4
7046.22	2	6266.35	3	5769.27	}	5302.16	5	4724.57	1	4300.60	2	3871.76	8
6774.52	4	6262.50	8	5762.03	4	5291.01	4	4716.59	1	4296.21	8	3849.17	6
6709.77	4	6250.17	10	5744.58	3	5271.36	4	4703.45	1	4287.14	5	3840.83	3
6671.69	2	6203.73	2	5740.84	5	5259.55	2	4699.80	1	4280.43	3	3794.91	7
6661.63	3	6188.31	2	5735.16	2	5234.45	4	4692.68	3	4275.80	3	3790.97	7
6651.10	3	6172.95	3	5727.51	2	5212.04	4	4691.34	3	4269.66	5	3759.23	5
6643.03	2	6165.90	3	5720.22	2	5188.37	2	4672.00	1	4263.75	4	3715.01	1
6616.80	3	6146.75	3	5712.64	3	5183.58	8	4669.10	1	4250.17	1	3713.70	3
6608.51	3	6134.65	3	5703.50	2	5177.47	4	4663.97	3	4238.59	10	3705.97	1
6600.44	2	6129.80	4	5696.38	3	5163.79	2	4662.72	2	4231.12	1	3650.33	2
6593.69	3	6126.29	4	5671.78	2	5158.86	2	4655.71	3	4217.72	2	3645.56	4
6578.73	5	6111.95	3	5657.94	3	5156.91	2	4645.49	3	4204.20	3	3628.98	2
6543.40	6	6108.64	2	5648.46	4	5145.59	4	4620.06	3	4196.71	10	3453.31 } [2])	1
6529.91	2	6100.65	3	5639.51	2	5123.16	5	4615.24	5	4192.51	2	3452.35 }	1
6527.20	6	5973.69	2	5632.23	2	5114.73	6	4613.58	5	4187.47	3	3450.79	1
6498.37	2	5936.40	3	5631.45	3	5106.41	4	4605.96	2	4152.92	8	3381.02	5
6485.70	2	5930.80	7	5588.55	2	5002.28	1	4596.35	1	4141.87	8	3376.45	2
6456.21	5	5917.87	2	5568.66	2	4999.65	6	4581.38	} 3	4123.38	10	3344.68	4
6454.73	3	5895.06	2	5567.12	2	4991.44	2	4580.25	}	4099.70	1	3337.61	5
6448.34	2	5890.19	3+Na	5565.92	} 2	4986.99	4	4575.07	6	4086.87	10	3303.24	4
6446.85	2	5880.80	4	5565.64	}	4970.55	3	4571.14	2	4077.49	10	3265.79	3
6411.20	6	5863.91	3	5535.91	4	4949.94	3	4570.21	2	4067.55	5	3249.48	3
6399.25	2	5855.81	3	5504.03	2	4935.77	2	4559.47	10	4060.48	3	3245.25	4
6394.45	8	5848.57	2	5501.56	7	4921.95	10	4558.65	10	4050.24	3	3215.93	4
6390.78	8	5845.25	2	5493.68	2	4921.13	10	4550.95	1	4043.07	6	3142.88	4
6360.50	2	5829.90	2	5482.50	4	4900.09	5	4526.29	5	4031.85	6	3109.54	4
6358.40	3	5824.01	2	5464.60	3	4861.06	4	4525.48	5	4026.04	2	3104.70	4
6326.20	4	5822.20	3	5458.90	2	4824.22	3	4522.55	10	3995.91	10	3096.12	2
6320.64	5	5808.55	4	5455.35	6	4809.18	3	4500.41	1	3988.67	10	2893.18	2
6316.03	2	5805.95	6	5382.10	2	4804.22	3	4494.87	1	3949.24	10	2885.25	2
6311.15	2	5797.79	8	5381.19	5	4767.09	2	4430.06	10	3929.36	6	2808.47	4
6310.35	2	5791.52	8	5377.29	3	4748.90	4	4354.97	8	3921.68	5	2610.43	6
6305.71	2	5789.41	8	5340.88	2	4743.26	6	4354.57	8	3916.19	5	2337	2
6296.33	6	5770.15	2	5303.73	5	4740.43	4	4333.93	20				

Titan.

Das Bogenspektrum des Titans wurde mit chemisch reinem Titanoxyd von Merck auf Siemenskohleelektroden hergestellt.

Dieses sehr linienreiche Spektrum, welches durch einige markant hervortretende scharfe Linien und einzelne Gruppen dieser Linien charakterisiert ist, erscheint auf Tafel XI, Nr. 5 und 6, Tafel XX, Nr. 10 (Gitterspektren), ferner auf Tafel XXIII, Nr. 7 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XXVIII, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Genauere Messungen des Titanbogenspektrums wurden im roten Bezirke zwischen 7364.47 und 5460.72 von uns [3]), von P. Fiebig [4]) von 7364.47 bis 4203.60, im brechbareren Teile ab 5899 von Hasselberg [5]) und ab 4698 von Exner und Haschek [6]) vorgenommen, welche Messungen den in der folgenden Tabelle geführten Zahlen zugrunde liegen. Außer den Linien treten Banden im Titanbogenspektrum auf. Tafel XX, Nr. 10, läßt unter anderen folgende Banden, deren Kanten bei 7125.15, 7087.83, 7054.48, 6781.46, 6714.26, 6696.26, 6680.97, 6651.48, ferner bei 6215.10, 6186.54, 6174.46, 6159.28, 6149.02 und 5905.44 (Messungen nach P. Fiebig, l. c.) liegen, erkennen.

[1]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, 1910, S. 547.

[2]) Auf Tafel XXVIII, Nr. 5, als kräftige Linie zu sehen.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, 1910, S. 593.

[4]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VIII, 1910, S. 73.

[5]) Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, 1895, Bd. XXVIII, Nr. 1.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7364.47	1	5941.99	4	5488.44	5	4913.80	4	4471.40	3	3759.42	6	3192.14	8
7358.03	1	5938.05	3	5482.09	} 8	4900.09	5	4468.66	4	3753.00	6	3191.02	6
7345.07	1	5922.34	5	5481.64	}	4885.26	5	4465.97	3	3741.78	6	3186.58	4
7252.05	2	5918.77	4	5477.92	8	4870.32	4	von 4457.60	} [3]	3729.92	4	3168.62	4
7245.22	2	5903.56	3	5474.43	6	4868.45	4	bis 4449.31	}	3685.30	5	3162.66	6
7216.61	1	5899.54	6	5472.90	4	4856.20	5	4443.96	5	3653.61	6	3161.89	6
7209.80	3	5888.89	3	5471.43	5	4841.06	5	4434.16	3	3642.82	6	3161.31	6
7094.30	2	5880.53	3	5460.72	4	4820.60	3	4427.27	5	3635.61	6	3088.13	4
7039.05	4	5866.69	9	5453.84	2	4805.60	3	4422.99	3	3491.20	3	3078.76	4
6861.71	3	5841.53	3	5429.36	4	4799.97	2	4417.45	6	3477.33	3	3075.34	4
6768.98	2	5838.32	3	5409.82	3	4778.45	2	4404.43	5	3461.69	3	3073.14	5
6743.34	4	5834.81	3	5397.27	3	4759.46	10	4395.20	10	3444.49	4	3066.47	4
6668.01	2	5823.96	4	5369.81	2	4758.30	10	4394.19	} 15	3394.81	4	3000.99	3
6599.36	4	5813.13	3	5351.26	2	4742.97	4	4394.07	}	3387.97	4	2983.41	3
6556.30	4	5804.52	7	5298.59	4	4723.35	3	4379.39	3	3386.10	4	2967.36	3
6554.49	4	5786.19	7	5297.41	2	4710.35	3	4338.08	3	3380.44	5	2965.84	3
6546.51	4	5781.03	3	5283.61	4	4698.94	4	4325.36	4	3377.70	5	2956.91	4
6497.95	3	5774.26	6	5266.15	4	4691.50	4	4318.82	3	3371.62	15	2956.27	4
6366.59	3	5766.56	6	5238.75	2	4682.08	4	4315.15	5	3370.61	15	2948.37	4
6336.34	4	5762.51	6	5225.10	8	4667.76	6	4306.08	5	3361.41	6	2942.12	4
6318.28	3	5757.12	3	5210.56	8	4656.65	} 10	4302.09	} [4]	3354.80	3	2937.43	3
6312.50	4	5740.23	} 7	5193.14	10	4656.23	}	4298.83	}	3349.56	5	2933.65	3
6304.01	4	5739.73	}	5173.92	10	4640.13	} 20	4295.91	4	3342.01	3	2928.45	3
6261.33	8	5720.69	4	5152.36	3	4639.85	}	4291.30	} [5]	3340.47	4	2912.23	3
6258.94	8	5716.70	5	5147.65	4	4639.55	}	4285.16	}	3335.33	5	2842.09	3
6258.33	10	5715.32	5	5145.64	4	4629.52	5	4282.87	3	3329.60	5	2832.30	3
6221.56	4	5712.10	4	5120.61	4	4623.29	6	4274.74	4	3323.10	4	2802.62	3
6220.74	5	5708.47	3	5113.64	3	4617.45	6	4263.29	4	3314.60	3	2758.16	3
6215.49	6	5702.90	6	5087.25	2	4572.16	7	4186.27	4	3309.65	3	2757.50	3
6186.38	3	5689.72	6	5064.84	6	4563.94	6	4078.61	5	3279.05	3	2742.40	3
6149.96	4	5680.14	5	5040.78	8	4555.66	5	4024.71	5	3261.75	3	2733.37	3
6146.44	3	5675.65	7	5040.14	8	4552.64	5	4009.80	5	3254.40	8	2680.04	3
6126.45	6	5663.17	8	5038.58	4	4549.80	8	4009.06	5	3253.04	8	2646.71	4
6121.24	3	5662.38	10	5036.65	8	4548.95	8	3998.77	7	3252.09	8	2644.35	4
6093.08	3	5648.82	5	5036.09	8	4544.87	5	3989.92	7	3248.75	3	2641.20	4
6091.43	5	5644.37	7	5025.03	6	4536.10	} [2]	3981.91	7	3242.15	4	2632.53	2
6085.48	5	5635.58	3	5023.05	6	4533.42	}	3958.33	5	3239.20	4	2631.65	2
6064.90	4	5597.91 [1]		5020.21	6	4527.49	5	3956.45	5	3236.72	4	2620.05	2
6018.75	2	5565.70	6	5016.35	4	4522.98	5	3948.80	7	3234.68	4	2611.56	4
5999.90	} 6	5514.75	} 20	5014.44	6	4518.86	5	3904.95	4	3229.53	5	2611.39	4
5999.26	}	5514.56	}	5007.40	6	4512.91	5	3901.13	4	3229.30	5	2605.25	3
5988.82	3	5512.74	10	4999.69	8	4501.44	4	3900.68	4	3222.99	4	2600.02	3
5978.79	6	5512.04	4	4991.25	6	4496.31	3	3883.04 [6]	6	3217.18	4	2525.70	3
5966.07	6	5504.14	6	4989.32	2	4489.25	3	3761.46	7	3200.08	4	2418.47	1
5953.42	7	5490.38	6	4981.92	7	4481.43	3						

Im äußersten Ultraviolett versagte der angewendete Gitterspektrograph und wir hätten daher, um die dort befindlichen Linien ab 3000 kräftig erscheinen zu lassen, eine weit längere Expositionszeit nehmen müssen, was wieder eine Überexposition im blauen und violetten Teile des Spektrums zur Folge gehabt hätte. Die Linien ab 3000 erschienen aber, wie aus Tafel XXVIII, Nr. 6, hervorgeht, bei Verwendung kurzer Exposition im Quarzspektrographen sehr deutlich, so daß bezüglich dieser Linien auf diese Abbildung verwiesen werden muß.

Zirkonium.

Das Bogenspektrum des Zirkoniums wurde mittels zwischen Siemenskohleelektroden verdampfendem reinen Zirkonnitrat von Auer von Welsbach unter Benützung des kleinen Gitters, ferner des Glasprismen- und Quarzapparates erhalten.

Diese Spektren sind auf Tafel XI, Nr. 7 und 8, Tafel XXIII, Nr. 8, und Tafel XXVIII, Nr. 7, abgebildet. Die Abbildung auf Tafel XI, Nr. 7, läßt neben zahlreichen Linien ein deutliches Bandenspektrum erkennen, das wahrscheinlich dem Zirkoniumoxyd angehört. Dieses Spektrum besteht aus einer größeren Anzahl von Banden, deren Lage folgende ist:

6473.90 Hauptkante der I. Bande. Diese Bande besteht aus einer großen Anzahl feiner scharfer Linien. Weitere nach Rot abschattierte Kanten liegen bei 6508, 6542, 6577 und 6612.

6344.8 Hauptkante der II. Bande. Nebenkanten 6378.6, 6412, 6455.

6229.64 Hauptkante der III. Bande. Nebenkanten 6261, 6291.09, 6323.

5917 Hauptkante der IV. Bande. Nebenkanten 5947, 5977, 6007, 6038, 6069, 6100.33.

5718.40 Hauptkante der V. Bande. Nebenkanten 5724.5, 5749, 5757, 5777, 5807.

5627 Hauptkante der VI. Bande. Nebenkanten 5657, 5687.

5552 Hauptkante der VII. Bande. Nebenkanten 5580, 5610.

[1] Kante.
[2] Bilden eine Linie, i = 30.
[3] Breites aus 8 Linien bestehendes Bündel, i = 4.
[4] Bündel von 7 Linien, i = 3.
[5] Bündel von 9 Linien, i = 3.
[6] Fällt mit der Cyanbande zusammen.

Außer diesen Banden, von denen die ersten drei am deutlichsten zu sehen sind, finden sich unterhalb 5752 weitere undeutliche Banden, von denen vielleicht die bei 4640 gelegene gleichfalls nach Rot verlaufene Bande am deutlichsten zu erkennen ist.

Das Bogenspektrum des Zirkoniums wurde von uns[1]) im Bezirke 7113.20 bis 4691.91 gemessen. Von da ab liegen Messungen von Harrison[2]) von 4934.24 bis 3054.93 vor. A. Bachem[3]) stellte Messungen im Bezirke von 7169 bis 2166 an, welche auf Buisson und Fabrysche Eisennormalen bezogen wurden. Von 4688.63 bis 2291.25 wurde dieses Spektrum auch von Exner und Haschek gemessen[4]).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die stärkeren Linien des Bogenspektrums des Zirkons; die Linien ab 3000 im Ultraviolett sind auf Tafel XXVIII, Nr. 7, gut zu ersehen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7111.99	2	6264.29	2	5457.84	2	4788.85	3	4055.85	8	3457.72	3	2969.08	10
7104.02	2	6257.73	6	5448.69	} 5	4785.09	3	4055.17	8	3456.06	4	2962.82	3
7103.19	3	6238.81	2	5448.16		4772.48	8	4049.72	10	3446.77	4	2961.00	3
7098.05	4	6237.95	3	5440.56	3	4762.92	3	4048.81	10	3438.38	10	2951.60	3
7087.61	3	6214.87	5	5437.91	4	4739.62	10	4045.97	} 20	3430.68	5	2936.41	3
7027.68	2	6213.21	4	5422.04	2	4732.48	5	4045.76		3410.37	5	2934.71	3
6994.68	3	6204.35	2	5414.08	2	4719.27	3	4030.19	6	3404.99	4	2927.10	3
6991.16	3	6193.13	4	5407.74	5	4710.25	10	4029.82	6	3392.38	10	2918.37	3
6966.76	3	6178.43	2	5405.28	3	4688.63	15	4024.59	6	3388.37	6	2877.65	3
6954.16	4	6157.93	4	5386.81	2	4687.98	15	3999.09	8	3388.00	6	2872.65	3
6888.59	5	6155.79	3	5385.32	7	4683.60	4	3991.27	8	3357.43	10	2869.93	3
6847.26	4	6143.44	10	5362.69	5	4634.14	6	3975.43	4	3356.24	10	2844.69	3
6833.20	3	6140.72	7	5351.03	} 8	4574.65	8	3958.35	8	3340.61	5	2843.63	3
6829.08	3	6134.76	10	5350.50		4555.67	} [5])	3929.67	6	3334.74	3	2825.69	3
6791.16	2	6127.68	10	5311.48	6	4553.15		3916.07	3	3306.41	15	2818.85	3
6769.40	5	6125.09	3	5302.10	4	4542.36	5	3891.52	15	3305.32	15	2815.62	3
6762.60	5	6122.16	10	5296.91	2	4535.89	6	3890.49	15	3284.83	6	2774.27	2
6753.00	4	6121.04	2	5294.92	2	4507.26	4	3836.12	6	3279.40	8	2768.86	3
6729.70	4	6100.33	2	5280.14	4	4497.15	8	3791.53	3	3273.17	10	2758.92	3
6718.11	3	6063.00	5	5277.49	5	4495.60	2	3780.71	3	3272.33	10	2752.32	3
6710.76	2	6053.05	2	5225.05	4	4494.56	2	3751.79	5	3241.17	6	2745.97	3
6688.44	3	6049.45	3	5209.39	3	4470.46	4	3706.80	5	3234.24	4	2742.65	4
6678.19	3	6046.04	5	5201.27	3	4460.93	4	3698.32	8	3231 85	5	2734.92	4
6620.82	2	6032.76	4	5191.68	8	4457.56	5	3697.60	8	3230.00	3	2732.80	3
6603.47	5	6028.80	3	5166.10	2	4454.94	5	3674.86	4	3214.31	4	2726.60	3
6592.24	3	6025.54	3	5158.14	5	4414.68	4	3671.41	3	3212.96	4	2722.69	3
6576.80	2	6001.30	3	5155.58	5	4414.45	4	3663.78	4	3192.01	} 6	2700.22	4
6569.67	3	5995.60	2	5133.48	4	4379.91	10	3624.01	4	3191.33		2694.16	} 3
6550.75	4	5984.46	4	5115.32	5	4371.09	8	3614.93 } [6])	20	3182.95	6	2693.65	
6508.29	2	5955.50	5	5085.35	4	4366.58	4	3613.84	20	3166.06	6	2678.72	4
6506.61	6	5935.38	5	5078.32	6	4359.86	10	3613.25	20	3165.56	2	2667.90	3
6505.70	2	5925.36	6	5070.37	2	4348.02	10	3612.04	20	3138.76	3	2639.19	3
6503.56	6	5901.21	4	5065.13	8	4341.26	7	3601.33	5	3129.85	} 7	2630.97	3
6493.40	2	5885.74	6	5046.74	5	4303.01	4	3576.95	7	3129.28		2571.52	4
6489.93	8	5879.92	10	4996.53	2	4294.91	4	3572 61	7	3126.01	4	2568.96	4
6484.61	2	5869.63	8	4994.93	2	4282.33	4	3566.25	4	3120.85	2	2567.72	4
6470.49	8	5868.40	4	4963.92	4	4268.14	4	3556.74	4	3110.98	3	2550.86	3
6451.81	2	5847.49	2	4948.95	2	4258.17	5	3552.09 } [6])	8	3106.67	3	2542.22	3
6446.03	10	5797.91	10	4934.23	2	von 4241.80	} [5])	3550.61	8	3099.81	3	2532.57	} 3
6404.53	2	5735.91	6	4933.80	2	bis 4239.43		3549.90	8	3099.32	3	2532.52	
6346.74	3	5681.13	6	4931.03	2	4227.88	8	3547.82	4	3095.17	} 5	2457.05	3
6345.38	10	5664.72	8	4893.24	4	4196.30	3	3519.75	5	3094.91		2449.95	3
6340.59	2	5623.74	3	4883.70	3	4186.83	5	3509.49	3	3054.98	3	2419.51	3
6321.60	4	5620.35	7	4881.36	3	4179.96	3	3505.81	6	3036.60	3	2405.61	2
6313.76	2	5545.52	3	4866.20	3	4166.51	4	3505.58	6	3031.04	3	2389.26	2
6313.28	10	5537.63	2	4851.49	5	4161.35	6	3496.34	8	3029.65	4	2388.08	2
6307.50	2	5536.95	2	4838.98	3	4156.38	7	3483.68	4	3028.17	3	2387.26	2
6304.56	3	5528.59	6	4828.17	4	4149.44	10	3481.30	4	3020.74	} 4	2384.25	2
6299.94	10	5517.27	2	4824.40	4	4121.60	3	3479.54	10	3020.59		2374.54	2
6293.05	3	5502.31	7	4815.79	} 10	4090.66	3	3479.17	10	3011.90	4	2373.75	2
6282.88	2	5480.98	3	4815.13		4081.36	8	3478.93	10	2985.52	3	2373.26	2
6280.01	2	5478.59	3	4809.62	6	4072.84	8	3471.33	3	2969.76	} 10	2373.04	2
6267.31	6	5461.80	2	4806.05	3	4064.30	6	3463.17	4	2969.31		2357.52	2

[1]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 36 und 610.

[2]) The arc-spectrum of Zirconium. Astrophysic. Journal, Bd. VII, 1898, S. 376.

[3]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VIII, 1910, S. 316.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

[5]) Als breites Band sichtbar.

[6]) Erscheinen als eine breite Linie.

Cerium.

Das Bogenspektrum des Ceriums wurde mit Hilfe von Cerosulfat von Auer von Welsbach zwischen Siemenskohleelektroden hergestellt. Diese Aufnahmen sind auf Tafel XI, Nr. 9 und 10, XX, Nr. 11 (Gitterspektrum), Tafel XXIII, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXVIII, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das linienreiche Spektrum läßt neben zahlreichen feinen Linien eine Anzahl kräftiger Hauptlinien hervortreten. Untersuchungen mit genauen Messungen der Cerlinien im Bogenspektrum wurden im langwelligen Bezirke von 7253 bis 4861.92 von uns[1]) durchgeführt und veröffentlicht. Der brechbarere Teil wurde von Exner und Haschek[2]) von 4646.30 bis 2651.13, von A. Bakowski[3]) bis 2576.19 und von I. L. Cooper[4]) bis 2651 untersucht. Bei Zusammenstellung der nachstehenden Tabelle haben in obgenannten Bezirken unsere, daran anschließend die von Exner und Haschek und von Bakowski aufgestellten Werte Verwendung gefunden.

Da das Cerbogenspektrum außerordentlich linienreich ist und bei langer Exposition das Liniennetz so dicht wird, daß eine Orientierung schwer möglich ist, haben wir für die Abbildungen des Gitterspektrums auf Tafel XI eine kurz exponierte Platte benützt und den Spektralbezirk im äußersten Rot, woselbst die Linien nicht so dicht stehen, nochmals auf Dicyaninplatten aufgenommen und auf Tafel XX, Nr. 11, abgebildet.

Die Intensitäten der Linien in der Tabelle wurden diesen Abbildungen einheitlich angepaßt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7253	1	6043.59	4	5813.04	4	5610.53	4	5441.97	2	5335.85	4	5238.58	3
7150	2	6035.64	2	5810.89	3	5601.44	3	5438.56	2	5334.82	2	5237.17	5
7086	3	6034.37	2	5804.61	3	5599.21	2	5438.11	2	5334.06	2	5235.89	2
7062	3	6024.38	3	5796.28	2	5596.09	3	5435.41	2	5332.43	2	5234.12	5
6986	2	6013.64	4	5788.31	4	5582.80	3	5431.54	2	5330.65	6	5232.97	4
6925	2	6007.53	}	5785.03	2	5567.96	2	5430.47	2 v.	5329.64	2	5230.99	2
6919	2	6006.39	} 4	5784.19	2	5566.14	3	5427.54	3 st. v.	5328.13	4	5229.91	3
6899	2	6006.05	}	5782.66	2	5565.17	4	5426.69	2 v.	5323.50	2 v.	5226.53	3
6847	2	6002.09	3 v.	5773.76	} 8	5561.63	2	5423.60	2	5318.17	2	5225.70	3
6830	2	5995.53	3	5773.34	}	5559.40	2	5422.41	2	5315.02	3	5223.12	2
6774.51	2	5992.84	2 v.	5772.43	} 2	5557.13	3	5420.53	3	5314.46	2	5220.41	2
6704.58	3	5989.55	2	5772.22	}	5556.55	3	5419.00	2	5313.84	2	5216.63	2 v.
6652.91	2	5976.05	4	5770.68	2 v.	5550.20	3	5418.86	2	5308.57	4	5212.08	4
6629.15	2	5966.48	3 v.	5769.19	4	5548.97	3	5414.26	2	5305.45	2	5210.51	3
6555.91	2	5941.73	2	5765.58	2	5537.59	2	5411.93	2	5304.10	2	5208.91	3
6513.85	2	5941.06	4	5758.49	3	5535.42	2	5410.21	2	5303.40	3	5205.67	3
6491.23	1	5937.94	3	5743.81	4	5527.00	2	5409.40	8	5299.27	2	5204.39	2
6473.90	3	5934.57	2	5734.15	2	5522.65	2	5404.44	2	5298.40	3 v.	5203.46	2 v.
6467.64	2	5928.52	3	5726.05	3	5522.03	2	5401.35	2	5296.68	4	5202.70	2 v.
6467.12	2	5926.49	3	5722.24	2	5520.37	2	5399.76	2	5295.04	2 v.	5201.51	3
6458.26	3	5923.15	2	5719.23	4	5518.66	3	5398.63	2	5294.17	2	5200.52	3
6430.30	2	5920.56	2	5718.75	2 v.	5516.27	2	5397.80	3	5291.04	2	5200.16	3
6393.28	2	5913.10	3	5716.78	2	5513.27	2	5395.41	2	5286.87	2	5195.05	2 v.
6387.05	2	5910.32	} 6	5715.52	2	5512.27	5	5395.04	2	5283.53	2	5191.75	6
6372.68	2	5910.06	}	5711.66	3	5498.36	2	5393.52	10	5278.92	2	5188.79	3
6371.35	1	5906.15	2	5703.41	2	5485.02	2	5392.00	2	5276.93	2 v.	5187.62	6
6344.17	3	5901.49	2	5699.43	3	5483.59	2	5386.92	4	5274.34	8	5183.86	2
6335.61	2	5893.40	3	5697.16	3	5482.12	2	5386.48	3	5271.97	4	5183.36	2
6310.22	3	5889.85	2	5696.04	2	5481.39	2 v.	5382.78	2	5271.13	2	5182.00	3
6300.40	2	5879.12	2	5693.15	2	5478.75	2	5380.12	2 v.	5270.41	2	5181.00	3
6299.72	2	5871.76	3	5686.01	2	5473.62	2	5378.47	2	5269.60	2	5174.67	5
6295.80	3	5862.68	4	5683.94	2	5472.44	6	5369.32	2	5265.77	6	5173.86	2
6272.24	2	5859.56	2	5680.44	2	5468.51	4	5363.46	3	5264.30	3	5169.86	2
6232.67	3	5858.26	2	5679.20	2	5465.47	3	5360.03	2	5261.77	4	5164.46	3
6229.19	3	5857.29	2	5677.94	2	5464.34	3	5359.61	3	5259.92	2	5163.35	3
6209.23	2	5853.46	} 3	5670.14	3	5460.21	3	5357.31	2	5258.57	3	5161.54	4
6186.35	2	5853.23	}	5669.10	2	5459.34	3	5355.33	10	5254.97	2	5159.75	4
6143.61	2	5851.22	2	5664.14	2	5458.24	2	5352.39	2	5253.57	2	5154.06	3
6132.33	2	5843.88	2	5655.34	2	5457.34	2	5350.79	2	5252.79	5	5150.45	2
6123.86	2	5839.48	2	5650.80	2	5456.56	2	5347.93	3	5252.15	3	5147.65	5
6098.53	3	5838.28	3	5638.34	2 v.	5454.15	2	5346.69	2 v.	5247.52	2 v.	5145.18	3 v.
6093.45	2	5835.97	3	5637.53	2	5451.91	2	5345.36	2	5244.59	3	5142.40	2
6069.71	3	5832.03	3	5633.26	2	5451.35	2	5343.95	2	5243.17	2	5140.60	2
6058.19	2	5830.24	2	5614.95	2	5449.42	4	5343.38	2	5241.86	3 v.	5138.01	2
6047.61	2	5823.14	2	5613.91	2	5446.55	3 v.	5337.89	2	5240.00	2 v.	5137.23	2
6045.64	2	5820.51	2	5611.10	2	5445.58	2 v.	5336.36	3	5239.36	2	5135.38	2 v.

[1]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 531.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

[3]) Das Bogenspektrum des Cer, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1908, S. 73.

[4]) Measurement of wave-lengths of the arc spectra of Cerium and Thorium. Astrophysic. Journal, 1909, Bd. XXIX, S. 329 (Messungen auf Standards von Fabry und Buisson bezogen).

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5134.54	2	5048.97	3 v.	4928.24	2	4449.49	6	4150.11	6	3854.30	10	3194.95	3
5129.54	4	5044.20	5	4915.80	2	4444.88	} 6	4145.16	4	3809.34	8	3188.92	3
5125.13	3	5041.04	3	4915.07	3	4444.52		4144.67	4	3808.25	8	3186.24	4
5122.52	4	5039.95	3	4910.06	2	4429.43	} 10 [1]	4138.51	} 8	3801.69	5	3179.52	4
5121.43	2	5037.94	5	4904.89	3	4423.60		4138.25		3786.77	6	3171.76	3
5120.90	2	5036.80	4	4901.71	2	4418.92	5	4137.81		3783.69	4	3169.32	3
5119.67	2	5032.12	3	4900.04	4	4399.39	3	4133.98	3	3764.25	4	3166.40	3
5118.90	2	5031.03	2 v.	4898.41	2	4391.83	5	4127.90	} 8	3728.57	5	3164.30	3
5118.02	3	5028.46	3	4897.98	2	4386.94	5	4127.52		3718.51	3	3146.52	3
5117.26	5	5027.47	3	4895.66	2	4382.32	5	4126.80		3716.51	3	3144.71	3
5115.70	2 v.	5025.45	2 v.	4894.09	4	4364.82	4	4125.93	6	3710.09	4	3111.32	5
5115.25	3	5023.04	5	4891.97	3	4352.89	4	4124.03	6	3668.10	3	3110.40	5
5112.77	3	5021.62	2	4885.38	2	4349.95	4	4119.99	6	3660.78	5 v.	3103.50	4
5105.54	4 st.v.	5017.25	2	4882.60	5	4337.96	4	4118.30	4	3606.28	4	3063.12	4
5097.31	2	5013.94	2	4877.63	2	4320.89	4	4107.59	4	3604.34	3	3056.87	4
5093.56	2 v.	5011.92	4	4874.12	4	4306.89	4	4083.40	3	3577.59	4	3055.35	5
5091.86	2	5009.23	3	4868.75	2	4305.30	3	4081.40	3	3561.00	4	3021.19	} 5
5091.09	3	5005.96	2	4866.54	2	4300.50	4	4075.87	4	3546.34	3	3020.77	
5089.68	2	5003.64	2	4865.29	2	4296.88	4	4073.65	3	3539.24	3	3017.29	3
5086.67	2	5002.98	4	4863.86	2	4290.07	8	4042.73	4	3534.20	4	3008.89	5
5086.29	2	4998.55	2 v.	4863.37	3	4270.89	} 8	4040.92	5	3485.20	4	2977.57	} 6
5085.02	2 v.	4994.85	5	4862.68	2	4270.34		4030.54	3	3426.34	3	2977.03	
5084.41	2 v.	4991.19	3	4725.25	2	4255.91	5	4028.57	3	3422.85	3	2956.06	3
5083.49	2 v.	4986.60	2	4714.20	2	4248.80	5	4012.57	5	3408.55	3	2908.55	3
5081.99	3 st.v.	4977.41	2	4628.33	10	von 4246.85	} 6	3999.42	3	3373.92	2	2881.71	4 + Si
5080.64	3	4971.72	4	4625.08	3	bis 4246.07		3994.00	} 10	3344.91	3	2854.99	4
5079.81	6	4970.75	2	4594.10	6	4242.85	4	3993.06		3280.00	3	2852.22	4
5077.97	3	4968.58	2	4572.47	6	4240.04	5	3992.55		3275.00	3	2831.05	2
5076.64	5	4961.67	2	4562.52	5	4222.77	5	3956.45	4	3272.39	4	2833.18	3
5075.50	6	4958.62	2	4561.14	4	4203.09	4	3952.77	3	3243.50	3	2815.07	2
5074.80	3	4956.44	2 v.	4539.90	6	4198.80	8	von 3944.06	} 15	3236.87	4	2798.37	3
5073.05	2	4954.24	2	4528.64	6	4193.41	} 7	bis 3942.31		3235.80	} 6	2762.99	3
5071.86	4	4949.73	2	4527.51	6	4193.24		3935.37	3	3235.04		2762.35	3
5067.31	3	4946.79	2	4523.25	6	4186.73	8	3933.13	3	3234.31	4	2653.85	4
5066.02	3	4944.80	4	4487.07	4	4170.02	3	3912.60	3	3227.25	3	2635.3	3
5064.87	2	4943.99	} 3	4484.07	4	4165.78	5	von 3910.09	} 10	3221.33	3	2578.4	2
5059.57	2	4943.62		4479.52	4	4153.32	4	bis 3907.10		3219.06	3	2548.9	2
5056.01	3	4939.28	2	4471.41	5	4152.17	4	3855.41	} 10	3218.50	3	2484.0	2
5054.34	3	4934.27	2	4460.40	8	4151.10	6	3854.42		3201.85	4	2431.6	1
5053.53	3 v.	4930.85	2	4450.92	6								

Thorium.

Als Material zur Herstellung des Bogenspektrums wurde chemisch reines Thoriumnitrat von Auer von Welsbach auf Kohle verwendet. Das Spektrum ist auf Tafel XI, Nr. 11 und 12, und XX, Nr. 12 (Gitterspektren), ferner Tafel XXIII, Nr. 10 (Glasprismenspektrum), und XXVIII, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Im Bogenspektrum des Thoriums fallen beim Betrachten die zahlreichen, kräftig auftretenden Banden ins Auge. Dieselben treten hauptsächlich bei Verwendung von Thoriumnitrat auf und decken in diesem Falle, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, einen Teil der Linien des eigentlichen Linienspektrums zu, weshalb wir zu unseren Messungen[2]) im Bezirke von 7191 bis 4593 zum größten Teil Thoriumchlorid im Flammenbogen als Lichtquelle benützt haben. Weitere Untersuchungen liegen von F. L. Cooper[3]) im Bezirke von 4535 bis 3503 und im brechbareren Teile bis 2327 von Exner und Haschek[4]) vor. Das mit Thoriumnitrat hergestellte Spektrum zeigt im Rot eine kräftige kleine Bande, welche nach Rot abschattiert ist und deren Hauptkante bei 6406.29 liegt. Außer dieser Bande finden sich noch andere schwächere Banden, deren Kanten sich bei 6982, 6953, 6924, 6895, 6552, 6526, 6511, 6415, 6390, 6385, 6311, 6288, 6266, 6246, 6233, 6146 und 6122 befinden; sie besitzen fast alle gegen die violette Seite ihre scharfe Kante.

Bei 4670 liegt eine sehr kräftige Bande; an derselben lassen sich zehn Kanten erkennen; dieselben liegen bei 4670, 4683 (Hauptkante), 4695, 4707, 4720, 4732, 4745, 4758, 4771, 4786. Eine kräftige Bande, nach Rot verlaufend, hat ihre Hauptkante bei 4117; weiters sind zu bemerken nach Rot verlaufende Banden bei 3348 (Hauptkante), 3360, 3372, 3387. Das Bogenspektrum des Thoriums ist sehr linienreich.

In der folgenden Tabelle haben wir die in den Abbildungen deutlich erkennbaren Linien angeführt und deren Wellenlängen unseren und den übrigen angeführten Messungen entnommen. Einige der daselbst angeführten Linien sind, weil sie innerhalb der Banden liegen, welche wahrscheinlich dem Thoriumoxyd angehören, in den Abbildungen schwer zu erkennen.

[1]) Vier Linien erscheinen in der Abbildung als eine einzige Linie.

[2]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 584.

[3]) Astrophysic. Journal, 1909, Bd. XXIX, S. 329.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7191	2	6203.67	2	5804.35	3	5475.06	3	5098.17	3	4789.56	2	4335.89	3
7159	3	6200.70	3	5796.61	} 2	5462.79	} 4	5095.18	2	4784.04	2	4320.75	} 3
7156	3	6198.41	3	5796.21	}	5461.95	}	5094.22	2	4782.96	2	4320.30	}
7090	2	6194.05	3	5789.82	2	5449.67	4	5090.88	2	4774.44	4	4318.50	2
7085	2	6192.07	3	5785.06	2	5443.30	3	5068.14	3	4770.71	2	4310.13	3
7076	3	6184.92	3	5760.77	4	5437.58	2	5066.98	3	4761.26	3	4283.70	2
7054	2	6182.83	3	5749.58	} 4	5436.07	4	5064.70	3	4758.29	2	4282.21	4
7046.02	4	6180.01	2	5748.93	}	5433.91	2	5061.37	2	4756.95	2	4281.60	2
6993.34	4	6169.95	3	5745.85	2	5425.90	5	5058.72	3	4752.58	5	4281.25	3
6989.94	4	6152.27	3	5742.27	3	5424.24	2	5055.50	3	4750.08	2	4277.48	6
6943.85	3	6148.31	2	5741.39	2	5422.08	2	5049.97	8	4749.31	2	4274.16	} 4
6911.46	2	6146.65	2	5738.48	2	5417.71	2	5047.64	2	4743.84	3	4273.52	}
6910.06	2	6145.44	2	5733.20	4	5415.69	5	5044.97	2	4740.57	4	4250.50	3
6889.56	3	6138.87	3	5725.16	} 2	5407.87	2	5040.57	2	4732.80	2	4248.13	2
6770.21	2	6126.06	2	5724.57	}	5399.14	2	5039.45	2	4731.25	2	4209.01	4
6756.69	3	6120.77	5	5720.41	3	5392.74	4	5029.89	2	4730.02	2	4202.02	2
6727.70	3	6113.05	6	5719.84	2	5390.62	4	5028.79	4	4723.96	} 3	4179.84	2
6662.46	3	6104.80	4	5707.29	6	5386.77	2	5020.73	2	4723.55	}	4178.20	3
6649.14	2	6099.24	6	5706.17	} 6	5384.20	2	5019.55	3	4720.10	2	4156.70	2
6646.75	2	6088.23	} 6	5700.79	}	5383.09	3	5017.45	7	4718.76	2	4155.52	3
6644.84	3	6087.49	}	5675.22	2	5379.06	2	5016.11	2	4706.41	2	4150.18	3
6620.22	4	6085.50	3	5666.83	3	5375.92	} 4	5002.26	2	4705.78	3	4142.90	2
6617.29	2	6073.31	4	5665.41	2	5375.50	}	5000.12	2	4694.16	4	4116.89	2
6605.71	3	6067.28	} 3	5654.20	3	5347.18	2	4997.99	2	4689.17	2	4112.90	2
6594.15	2	6066.74	}	5653.14	2	5345.49	2	4987.39	3	4676.12	2	4108.60	3
6591.76	2	6058.38	2	5646.09	4	5343.73	2	4985.61	2	4673.73	2	4105.50	2
6588.81	2	6049.98	} 2	5639.96	6	5327.15	2	4976.82	} 3	4670.07	2	4104.56	2
6584.22	2	6049.24	}	5633.01	2	5325.29	4	4976.20	}	4668.25	2	4101.02	} 2
6577.90	} 5	6044.63	4	5630.56	2	5320.90	2	4973.65	2	4666.89	2	4100.53	}
6577.48	}	6043.17	2	5626.92	} 3	5318.55	2	4972.42	2	4666.07	2	4099.09	2
6573.20	2	6037.90	2	5626.30	}	5312.70	} 2	4970.25	3	4652.05	} 6	4094.91	4
6569.92	2	6034.72	2	5615.94	} 5	5312.15	}	4969.01	2	4651.62	}	4086.68	4
6560.29	2	6032.48	3	5615.54	}	5310.40	4	4964.38	3	4641.35	3	4085.19	3
6531.54	2	6028.43	2	5605.47	} 4	5307.61	3	4963.35	2	4640.09	3	4069.62	} 4
6512.51	2	6021.60	} 3	5604.74	}	5305.75	2	4954.90	4	4633.94	2	4069.37	}
6503.79	3	6021.21	}	5595.29	3	5301.57	3	4950.87	3	4631.93	3	4063.56	2
6491.14	2	6019.21	3	5593.88	2	5290.05	2	4947.80	} 3	4625.22	2	4036.71	2
6490.00	2	6015.63	3	5587.96	} 4	5284.68	2	4946.92	}	4624.19	2	4036.18	2
6474.30	2	6007.25	2	5587.20	}	5280.27	2	4936.99	2	4619.65	6	4019.29	7
6471.46	3	6001.40	} 2	5583.98	3	5277.63	6	4934.09	2	4612.72	3	4003.46	2
6462.86	4	6001.10	}	5579.60	2	5247.85	6	4930.17	2	4609.53	2	3994.71	3
6457.46	4	5994.34	2	5573.57	3	5240.30	2	4924.56	2	4606.64	2	3967.56	2
6439.36	3	5989.24	10	5572.75	2	5238.09	2	4923.11	2	4603.07	3	3956.84	2
6425.04	2	5982.01	2	5571.46	2	5233.41	4	4921.75	3	4595.55	3	3956.75	2
6416.31	2	5975.26	2	5568.28	3	5231.41	2	4919.96	10	4593.70	2	3949.10	2
6413.81	2	5973.88	} 3	5564.48	5	5219.32	} 3	4912.67	2	4589.26	3	3946.29	} 2
6380.86	2	5973.09	}	5560.12	2	5218.72	}	4911.53	2	4563.46	3 v.	3945.65	}
6377.14	4	5962.24	3	5558.58	3	5216.78	4	4898.60	3	4535.40	4	3941.40	2
6359.31	} 2	5944.80	} 3	5557.55	} 3	5211.45	2	4895.12	2	4534.28	4	3929.81	4
6358.84	}	5944.25	}	5557.29	}	5206.74	} 3	4878.12	2	4533.47	4	3922.76	2
6348.81	2	5942.98	3	5551.58	3	5205.98	}	4877.19	3	4510.69	5	3901.03	2
6343.09	3	5938.88	3	5548.39	2	5199.39	} 2	4873.07	2	4493.50	3	3895.56	3
6327.51	2	5929.66	2	5546.35	2	5198.98	}	4865.63	4	4488.81	4	3875.50	} 2
6326.58	2	5926.06	} 5	5543.11	2	5196.07	2	4863.33	8	4487.65	4	3875.00	}
6304.44	2	5925.64	}	5540.11	} 7	5194.04	3	4858.43	3	4465.52	3	3854.70	3
6289.74	2	5922.07	2	5539.52	}	5191.04	3	4850.56	3	4447.95	3	3839.86	3
6288.54	} 2	5914.79	} 6	5537.37	3	5189.85	2	4849.18	} 2	4441.02	3	3836.65	2
6288.21	}	5914.54	}	5530.91	2	5187.62	2	4848.55	}	4439.26	2	3813.20	2
6285.52	3	5904.31	2	5528.22	2	5184.86	} 3	4844.30	3	4433.11	3	3808.05	2
6279.37	3	5891.60	3	5524.84	} 4	5184.19	}	4841.02	} 2	4412.93	} 3	3803.23	2
6277.45	2	5885.81	2	5524.46	}	5182.70	2	4840.58	}	4412.70	}	3789.26	3
6274.35	5	5872.76	2	5510.86	} 2	5177.15	2	4832.94	3	4391.29	6	3785.77	2
6266.39	3	5870.71	4	5510.19	}	5160.76	2	4831.30	2	4382.05	6	3783.46	} 3
6265.80	3	5859.80	4	5502.16	3	5158.71	2	4826.86	2	4381.09	2	3783.18	}
6261.58	} 5	5852.83	} 2	5499.50	2	5151.81	3	4823.75	2	4374.95	2	3763.03	3
6261.25	}	5852.19	}	5489.00	} 4	5148.30	4	4821.01	2	4355.47	2	3752.73	4
6258.83	3	5839.13	4	5488.91	}	5143.36	4	4818.81	3	4344.83	3	3747.69	3
6248.29	2	5820.54	2	5484.32	3	5131.18	2	4804.14	} 3	4344.50	3	3746.12	3
6233.18	2	5815.63	5	5480.96	2	5110.90	2	4803.66	}	4344.16	3	3741.36	5
6207.38	2	5806.48	2	5479.23	3	5107.46	2	4800.35	2	4337.55	2	3730.93	2

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3726.89	2	3603.77	2	3371.95	2	3220.45	2	3102.77	2	2974.13	2	2749.61	} 2
3722.30	} 7	3601.20	2	3358.77	2	3213.68	2	3101.05	2	2968.80	2	2749.43	}
3721.99	}	3589.46	3	3354.35	3	3210.40	2	3097.36	2	2957.71	2	2747.25	4
3720.45	} 6	3575.45	2	3351.40	3	3190.22	2	3090.24	2	2949.16	2	2734.45	2
3719.57	}	3573.39	} 2	3346.19	3	3188.33	5	3088.59	3	2943.00	3	2732.89	2
3690.80	} 3	3572.54	}	3338.00	3	3185.04	2	3082.14	2	2936.57	2	2729.40	2
3690.65	}	3560.11	} 4	3334.74	3	3180.32	4	3080.36	3	2928.35	2	2722.47	2
3688.91	2	3559.59	}	3325.29	} 5	3179.16	2	3078.94	3	2925.15	2	2721.79	2
3679.84	2	3539.72	} 6	3324.90	}	3175.84	2	3072.23	3	2917.49	2	2708.25	2
3678.16	2	3539.44	}	3321.60	3	3166.19	2	3070.96	2	2910.70	2	2704.05	3
3675.69	3	3529.07	3	3320.44	2	3156.49	} 3	3069.10	2	2899.84	2	2695.65	2
3673.95	} 3	3522.06	3	3304.35	2	3155.94	}	3067.85	2	2895.26	2	2692.50	3
3673.44	}	3511.76	3	3301.46	2	3154.87	} 2	3063.16	2	2891.90	} 4	2684.41	2
3670.15	2	3486.67	2	3292.62	} 6	3154.40	}	3061.83	2	2891.36	}	2658.76	2
3663.85	} 3	3470.10	5	3291.83	}	3146.14	2	3060.30	2	2887.91	3	2650.70	2
3663.35	}	3468.35	3	3287.89	2	3142.98	2	3049.21	2	2885.15	3	2641.59	3
3659.66	3	3465.91	2	3280.51	2	3141.99	2	3047.06	2	2884.40	3	2625.81	3
3658.21	2	3463.86	} 3	3274.01	2	3139.41	3	3035.23	2	2870.53	4	2623.55	3
3652.69	} 3	3463.00	}	3266.76	} 4	3125.83	}	3034.19	3	2861.49	2	2619.01	3
3652.31	}	3461.35	} 3	3266.48	}	3125.60	} 4	3028.69	2	2851.54	} 4	2601.00	2
3649.87	} 3	3461.19	}	3262.80	3	3125.30	}	3026.70	2	2851.35	}	2597.15	2
3649.39	}	3439.84	} 3	3257.50	} 3	3124.48	3	3008.60	5	2842.92	3	2589.15	2
3642.39	2	3439.09	}	3257.27	}	3123.06	3	3002.49	2	2837.40	}	2566.68	2
3639.59	2	3436.82	} 4	3256.39	2	3119.60	4	3001.37	} 2	2836.52	} 6	2565.69	2
3626.08	2	3436.10	}	3252.05	2	3117.75	2	3001.04	}	2836.15	}	2470.68	2
3625.79	3	3434.13	4	3241.25	2	3116.53	} 2	2993.93	2	2832.43	4	2468.22	2
3625.09	3	3419.19	2	3238.22	3	3116.35	}	2991.19	2	2771.60	3	2466.20	2
3621.28	} 2	3402.83	3	3235.95	2	3110.14	2	2988.35	3	2770.95	3	2456.40	2
3620.52	}	3392.18	4	3229.10	3	3108.40	3	2985.35	2	2768.95	3	2423.75	2
3617.21	3	3389.76	2	3225.50	2	3107.15	2	2983.94	2	2752.29	3	2404.25	2
3615.28	2	3378.70	2	3221.40	2	3105.87	2	2981.60	2	2749.74	2	2377.89	2
3609.60	5												

Germanium.

Das Bogenspektrum des Germaniums, wie es auf Tafel XII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), abgebildet erscheint, wurde mit Hilfe eines Germaniumpräparates von Professor Skraup in Wien, das in Nr. 2 derselben Tafel abgebildete Spektrum des ultravioletten Teiles mit metallischem Germanium (reines Präparat von Auer von Welsbach) im Flammenbogen zwischen Siemenskohlen erhalten. Nr. 1 zeigt das Spektrum des Kohleflammenbogens (vergl. Tafel XIX, Nr. 13). In demselben ist außer den Kohlelinien und Linien, welche von Verunreinigungen der Kohle herrühren, nur eine einzige Germaniumlinie 4686 zu sehen. Dagegen kommen die dem Germanium angehörigen Linien im ultravioletten Teile des Spektrums 3269.63, 3124.94, 3039.20, 2794.04, 2754.69, 2709.73, 2691.45, 2651.71, 2651.22, 2592.64, 2498.08 [1]), welche letztere mit einer Borlinie zusammenfällt, deutlich und kräftig zum Ausdrucke. An Verunreinigungen, die teils der Kohle, teils dem Material angehören mögen, ist Kalium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Mangan, Kupfer, Silicium und Bor zu erwähnen. Im sichtbaren Teil liegen keine genauen Messungen vor, dagegen wurde das Germaniumspektrum im brechbaren Teil von Rowland und Tatnall [1]) und von Exner und Haschek [2]) genau gemessen. Diese fanden als Hauptlinien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3269.63	10	2829.10	3	2740.54	3	2651.71	6	2644.30	3	2589.27	2	2498.08	6
3124.94	4	2794.04	5	2709.73	8	2651.22	6	2592.64	4	2533.33	2	2417.45	3
3039.20	20	2754.69	8	2691.45	5								

Scandium.

Das Bogenspektrum des Scandiums wurde mittels Scandiumoxydhydrat von Auer von Welsbach, das zwischen Siemenskohleelektroden im Flammenbogen verdampfte, hergestellt und ist auf Tafel XII, Nr. 3 und 4, abgebildet.

Es zeigt eine große Anzahl starker und charakteristischer Linien, zwischen denen sich kräftig zum Ausdruck kommende, dem Scandiumoxyd angehörige Banden finden. Eine weitere Bande, die stark hervortritt, hat ihre Hauptkante bei 6036.29 und verläuft gegen das rote Ende des Spektrums. An diese Bande schließt sich eine zweite, deren letzte Kante bei 5737.09 liegt, an, die sechs paarweise angeordnete Kanten erkennen läßt.

Weitere Banden liegen im blauen Teile. Die Hauptkante der einen dieser Banden liegt bei 4858.25, die zweite läßt zwei Kanten bei 4672.85 und 4707.10 erkennen. Beide Banden verlaufen nach dem roten Ende des Spektrums.

[1]) Astrophysic. Journal, 1895, Bd. I, S. 149.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

Das Linien- und Bandenspektrum wurde von uns[1]) in dem Bezirke 6835 bis 5514 gemessen. Ferner liegen Messungen einiger Scandiumlinien im Sonnenspektrum von H. A. Rowland[2]), solche des sichtbaren Bogenspektrums von 6558 bis 3933 von A. Fowler[3]) vor. Exner und Haschek[4]) haben den Bezirk 4744 bis 2438 gemessen. Die in der Abbildung Nr. 4 mit Yb bezeichneten Linien gehören der einen Komponente des Ytterbiums, dem Aldebaranium, an. In der folgenden Tabelle geben wir die stärkeren Linien des Linienspektrums und anschließend die Kanten der Scandiumoxydbanden an.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6835.30	2	6210.91	5	5641.24	3	5349.47	4	4852.86	2	4314.25	8	3645.50	5
6829.83	2	6198.66	3	5631.26	2	5343.13	2	4847.84	2	4305.88	5	3642.99	5
6819.80	3	6193.88	2 v.	5624.14	2	5341.21	2	4839.63	3	4294.94	6	3630.93	5
6817.40	2	6146.44	3	5604.42	2	5339.58	2	4833.85	2	4247.00	10	3614.00	6
6739.74	3	6026.36	4	5593.63	2	5285.90	3	4791.69	2	4238.25	5	3590.67	5
6738.18	4	5988.63	4	5591.63	3	5258.49	4	4779.53	6	4233.80	3	3589.81	5
6604.88	4	5969.41	3	5565.12	4	5239.99	4	4753.35	5	4232.09	3	3581.11	5
6558.18	3	5968.50	4	5553.83	2	5219.75	3	4743.98	8	4165.37	5	3576.53	5
6413.60	4	5961.74	3	5546.65	2	5210.68	4	4741.20	6	4152.52	5	3572.73	5
6379.11	4	5952.40	4	5541.29	2	5116.86	3	4737.82	5	4140.45	6	3567.89	6
6345.07	3	5931.53	2	5527.06	6	5101.26	3	4734.28	5	4133.18	6	3558.69	6
6322.98	2	5919.38	3	5526.30	2	5099.38	4	4729.39	} 7	4087.29	6	3535.89	6
6321.14	3	5894.90	3	5520.74	6	5096.90	3	4728.95	}	4082.59	7	3457.56	2
6310.19	3	5724.33	4	5515.65	2	5087.17	6	4709.51	2	4054.71	7	3435.68	4
6305.93	15	5717.53	3	5514.46	5	5085.71	5	4670.59	5	4047.96	6	3429.61	3
6300.90	2	5712.01	8	5484.83	6	5083.88	5	4574.20	3	4043.98	3	3429.34	3
6293.34	2	5708.87	4	5482.20	6	5081.75	8	4431.53	3	4031.53	3	3372.33	5
6285.05	3	5700.43	9	5472.42	2	5075.99	3	4415.72	8	4023.83	10	3369.13	5
6284.49	3	5687.12	10	5468.64	2	5070.39	5	4400.56	8	4020.55	10	3362.12	} 10
6280.03	5	5684.46	4	5451.58	3	5064.50	3	4384.97	3	4014.65	4	3361.48	}
6276.60	4	5672.07	10	5446.37	4	5031.20	5	4374.68	8	3996.76	6	3359.84	6
6262.53	3	5669.33	3	5433.43	2	4992.07	2	4359.83	4	3933.55	5	3353.90	8
6259.22	6	5667.41	3	5392.30	5	4980.50	2	4358.85	4	3912.03	8	3273.79	5
6250.22	4	5658.62	} 8	5375.55	4	4973.82	2	4354.78	3	3907.69	8	3270.08	5
6245.87	4	5658.13	}	5356.26	6	4954.22	3	4325.15	6	3666.68	4	3255.81	5
6240.04	} 6	5649.84	2	5349.91	2	4909.89	2	4320.91	6	3652.01	6	3251.43	3
6239.67	}	5646.63	2										

Kanten der Scandiumoxyd-Banden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6700.64	2	6525.79	4	6274.29	2	6116.06	5	6017.28	5	5848.00	5	5764.65	2
6661.24	2	6517.80	2	6229.72	2	6110.08	5	6002.55	2	5839.8	4	5761.2	3
6654.61	2	6496.20	4	6220.06	2	6102.0	5	5968.8	2	5836.56	2	5737.09	4
6645.23	2	6485.71	5	6193.06	4	6092.6	3	5959.25	2	5811.80	4	5171.30	2
6618.00	2	6476.80	3	6188.2	3	6079.47	8	5928.25	3	5810.03	4	5133.86	2
6610.22	3	6458.02	3	6180.5	3	6072.85	6	5918.29	4	5801.51	4	4893.15	3
6601.08	2	6446.54	5	6154.17	4	6064.45	8	5887.62	5	5797.6	3	4858.25	4
6576.11	3	6437.20	3	6148.82	3	6055.3	2	5878.0	4	5775.52	2	4707.10	3
6567.13	3	6408.69	4	6140.50	5	6036.29	10	5849.29	4	5772.97	2	4672.85	3
6535.43	4	6352.03	2										

Terbium.

Das Bogenspektrum des Terbiums wurde mittels Terbiumnitrat (Auer von Welsbach) zwischen Siemenskohlen erhalten und ist auf Tafel XII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), abgebildet. Dieses Spektrum besitzt einen außerordentlichen Reichtum an Linien im blauen, violetten und ultravioletten Teile, während in den weniger brechbaren Bezirken eine bedeutend geringere Anzahl von Linien und einige undeutliche Banden, wahrscheinlich dem Terbiumoxyd angehörend, zu erkennen sind. Als Verunreinigung ist hauptsächlich Calcium vorhanden, von dem die stärkeren Linien ziemlich kräftig hervortreten. An manchen Stellen ist das Liniennetz, wie in Abbildung Nr. 6 ersichtlich ist, so dicht, daß drei bis vier Linien in der Abbildung zusammenfallen und auf diese Weise scheinbar Hauptlinien auftreten, die aber in Wirklichkeit Linienbündel darstellen. Über einen Teil des Linienspektrums lagert sich ein kontinuierliches Spektrum, welches ein breites Maximum im Gelb aufweist und wahrscheinlich dem Terbiumoxyd angehört. Wir haben den Bezirk von 6896.61 bis 5456.72 gemessen[5]). Für die folgende Zusammenstellung der stärkeren Terbiumlinien im Bogenspektrum wurden diese Messungen sowie jene von G. Eberhard[6]) benützt.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 576.

[2]) A preliminary table of solar spectrum wave-lengths, 1898.

[3]) The spectrum of Scandium, and its relation to solar spectra. Philos. Transact. Royal Soc., London 1908, Serie A, Vol. CCIX, S. 47.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

[5]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 14.

[6]) Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Urbain, Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wiss., Berlin, Bd. XVIII, 1906, S. 385.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6794.85	2	4537.10	6	4232.36	8	4025.84	3	3732.54	4	3500.99	5	3252.44	5
6702.89	2	4534.33	2	4232.05	2	4024.88	2	3730.07	3	3495.53	4	3251.37	3
6678.19	4	4514.47	3	4231.54	2	4024.21	} 5	3725.59	} 3	3492.69	} 3	3240.78	} 5
6640.39	2	4513.12	3	4226.63[2])	8	4023.87	}	3725.11	}	3492.13	}	3240.11	}
6607.40	2	4511.68	5	4224.43	2	4020.60	4	3719.62	3	3489.65	3	3230.13	3
6582·09	3	4509.20	5	4223.46	3	4019.28	2	3717.64	3	3487.43	3	3220.09	6
6527.88	2	4493.25	6	4220.24	3	4013.36	} 5	3711.92	6	3483.85	} 3	3219.04	8
6518.90	3	4459.57	3	4219.32	3	4012.94	}	3704.05	} 10	3483.20	}	3207.63	3
6447.13	2	4448.20	4	4217.66	3	4009.65	3	3703.01	}	3480.33	3	3200.84	5
6331.98	2	4439.12	4	4215.25	4	4005.62	6	3693.00	3	3472.95	6	3199.67	3
6304.08	2	4436.27	} 6	4214.56	4	4002.70	} 5	3691.32	2	3472.52	3	3195.74	3
6292.61	2	4435.73	}	4213.62	4	4002.30	}	3689.28	3	3471.87	3	3194.83	3
6222.50	2	4434.63	4	4208.83	4	4000.13	} 6	3688.32	3	3468.17	3	3188.15	4
6195.36	2	4423.28	5	4203.91	3	3999.50	}	3682.45	6	3461.14	6	3187.37	4
6193.90	2	4416.43	5	4201.18	4	3998.53 bis		3676.52	} 8	3456.71	} 3	3183.98	3
6094.24	2	4409.68	6	4196.91	3	3997.52	4	3675.91	}	3456.15	}	3180.66	4
6019.44	2	4405.58	3	4191.80	4	3993.67	3	3663.27	3	3454.24	5	3174.76	3
6010.94	2	4403.36	3	4188.68	4	3990.75	3	3659.01	6	3446.52	5	3169.93	3
5967.55	5	4401.72	3	4187.33	2	3986.48	2	3655.01	4	3444.74	4	3168.42	3
5961.19	2	4391.10	3	4181.50	} 8	3984.18	} 7	3650.55	5	3440.55	} 10	3163.02	4
5952.01	} 3	4388.42	3	4181.03	}	3984.00	}	3647.87	} 5	3439.87	}	3155.74	3
5951.41	}	4386.24	} 5	4180.54	}	3982.02	} 8	3647.19	}	3433.38	4	3148.84	3
5939.67	2	4385.85	}	4173.64	3	3981.29	}	3645.96	4	3430.76	3	3147.27	} 5
5920.75	2	4382.60	3	4172.77	3	3976.99	6	3642.82	3	3420.47	4	3147.07	}
5904.90	2	4376.59	3	4171.94	} 4	3967.80	} 8	3641.80	4	3416.40	3	3140.18	} 5
5902.74	2	4367.67	4	4171.21	}	3967.36	}	3639.95	4	3413.92	4	3139.77	}
5899.11	2	4360.31	3	4169.27	3	3958.49	} 8	3638.59	3	3410.83	} 4	3134.37	4
5880.82	2	4357.01	6	4153.65	3	3958.11	}	3633.43	3	3410.56	}	3123.16	} 3
5871.91	3	4356.28	3	4149.30	2	3950.55	} 3	3630.40	} 4	3400.99	3	3122.93	}
5851.41	3	4353.39	8	4144.55	} 8	3950.27	}	3629.59	}	3399.23	3	3122.06	}
5815.60	3	4342.70	6	4143.76	}	3948.45	3	3625.66	5	3395.35	} 5	3119.73	3
5803.41	3	4340.79	6	4141.71	2	3947.02	4	3619.86	3	3394.94	}	3113.72	3
5795.87	3	4338.62	5	4135.55	} 3)	3939.68	6	3618.01	3	3386.61	4	3103.10	} 6
5785.44	2	4337.79	5	4133.01	}	3935.38	4	3611.61	} 3	3382.91	3	3102.66	}
5747.80	6	4336.66	6	4131.63	}	3925.57	5	3611.42	}	3380.78	4	3089.70	6
5685.97	3	4332.30	4	4127.44	3	3922.88	} 5	3606.31	} 3	3375.18	3	3088.55	3
5672.11	2	4329.10	4	4120.09	} 4	3922.23	}	3606.14	}	3372.50	4	3082.53	4
5652.28	2	4326.64	} 8	4113.05	}	3919.67	4	3605.04	4	3367.31	3	3079.01	6
5606.27	} 3	4326.00	}	4112.66	}	3915.54	3	3600.55	} 6	3365.01	5	3072.79	4
5605.60	}	4322.39[1])	5	4105.54	3	3909.69	2	3600.19	}	3362.32	4	3070.19	6
5570.90	2	4319.05	6	4104.09	} 7	3909.30	2	3598.21	3	3349.57	6	3069.14	3
5566.18	3	4312.26	} 4	4103.60	}	3908.82	2	3596.52	3	3339.15	3	3067.31	3
5556.56	2	4311.74	}	4102.67	2	3908.23	2	3591.55	3	3336.87	3	3064.20	3
5536.46	} 3	4310.61	3	4101.82	2	3901.47	3	3587.60	3	3329.20	3	3053.71	4
5535.67	}	4308.85	6	4101.08	2	3899.72	} 10	3579.36	4	3324.54	6	3051.24	3
5525.86	2	4307.38	3	4094.58	4	3899.34	}	3577.21	3	3322.38	3	3045.08	3
5524.32	4	4303.12	4	4092.34	3	3898.03	}	3569.11	} 10	3314.45	3	3031.72	3
5514.74	2	4300.08	3	4089.66	} 3	3887.85	} 5	3568.64	}	3312.90	3	3027.46	3
5509.82	2	4298.55	3	4089.48	}	3887.00	}	3567.50	3	3307.53	3	3020.47	3
5500.30	2	4296.49	3	4078.59	6	3874.30	4	3565.87	4	3394.16	3	3016.36	4
5495.86	2	4289.89	3	4073.88	} 4	3848.91	3	3563.05	4	3293.20	5	3010.71	3
5488.49	2	4287.06	6	4072.84	}	3843.16	3	3561.88	3	3291.69	3	3009.44	3
5481.64	2	4285.92	} 6	4070.25	3	3842.61	3	3555.42	3	3287.70	3	3005.65	3
5470.55	3	4285.30	}	4066.33	4	3807.00	3	3552.12	3	3285.33	4	2968.96	3
5464.60	2	4278.71	} 10	4064.02	3	3793.69	3	3544.03	3	3285.16	4	2956.35	3
5460.03	4	4277.93	} 3[1])	4061.74	} 8	3787.35	3	3540.41	3	3283.26	3	2940.17	3
5458.06	2	4276.91	} 3	4061.01	}	3783.62	3	3538.03	3	3281.55	3	2933.02	3
5457.23	} 3	4275.39	2	4060.54	}	3776.62	6	3536.51	3	3280.44	4	2916.37	3
5456.72	}	4269.87	3	4054.22	} 4)	3767.65	3	3525.79	} 6	3274.31	4	2915.70	3
4578.88	8	4266.53	5	4052.99	}	3765.26	5	3525.27	}	3272.53	3	2914.87	3
4563.87	5	4258.37	5	4051.95	}	3758.06	4	3523.82	5	3268.26	3	2898.96	4
4556.65	6	4255.39	4	4047.32	4	3755.38	3	3519.91	3	3266.55	3	2897.58	4
4550.61	} 15	4251.88	5	4033.18	7	3747.52	} 8	3513.24	3	3263.09	4	2886.42	3
4549.90	}	4242.73	3	4032.45	} 5	3747.33	}	3509.32	10	3261.86	3	2857.84	3
4549.26	}	4239.44	4	4031.77	}	3735.17	3	3507.58	3	3260.23	} 4	2809.46	3
4537.38	6	4232.98	8	4028.42	3	3734.88	3	3506.05	3	3259.54	}	2769.69	2

1) Bis 4323.8 scheinbar eine Linie.

2) Fällt mit der Calcium-Hauptlinie 4226.9 zusammen.

3) Diese Linien erscheinen als breites Band.

4) Breites Band von 4054 bis 4050.

Holmium (Neoholmium).

Das Bogenspektrum des Holmiums ist auf Tafel XII, Nr. 7 und 8, abgebildet. Zur Herstellung dieses Spektrums wurde Holmiumnitrat (Neoholmiumnitrat) von Auer v. Welsbach verwendet. Das Spektrum enthält neben zahlreichen manchmal sehr kräftigen Linien einige Banden, die zum Teil ziemlich verwaschen sind. Da das verwendete Präparat mit Yttrium verunreinigt war, ließen sich auch beide Yttriumbanden bei 6132 und 5972 konstatieren. Außerdem sind die Hauptlinien des Yttriumlinienspektrums, des Dysprosiums, Erbiums, Aldebaraniums und Thuliums zu erkennen. Die stark hervortretenden verwaschenen Banden mit undeutlichen Kanten, deren Maximum der Schwärzung bei zirka 566 und 530 $\mu\mu$ liegt, dürften zum Teil dem Erbiumoxyd angehören, da das verwendete Präparat auch erbiumhältig war. Das Linienspektrum enthält im roten, gelben und grünen Teile zahlreiche, zum Teile kräftige Linien, deren Wellenlängen von uns genau gemessen wurden[1]). Ab 4665 liegen Messungen von Exner und Haschek vor. Nach Untersuchungen, die mit einem gereinigten Holmiumpräparat von Eberhard[2]) durchgeführt wurden, gehören viele Linien von denjenigen, die Exner und Haschek in ihren Tabellen des Holmiums anführen, dem Terbium, Dysprosium etc. an. Wir haben daher in der folgenden Tabelle nur die stärkeren jener Linien, die Eberhard in seiner 1909 erschienenen Abhandlung „Untersuchungen des Dysprosiums im Bogenspektrum" als wirkliche Neoholmiumlinien bezeichnet, ab 4420.76 angeführt, während in der Abbildung des Gitterspektrums auf Tafel XII, deren Ausmarkierung vor Erscheinen der Eberhardschen Abhandlung geschah, die dort ausgesetzten Linien den Wellenlängentabellen von Exner und Haschek[3]) entnommen sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6694.55	3	5921.98	8	5530.64	4	5093.18	4	4762.54	4	4572.59	3	3998.39	2
6629.22	8	5904.51	2	5516.67	2	5042.67	4	4757.18	4	4565.27	3	3906.44	} 6
6607.70	2	5892.78	4	5515.78	2	5037.79	2	4751.63	3	4563.53	3	3905.84	}
6605.17	10	5887.80	2	5504.73	2	5032.75	2	4748.58	4	4558.58	3	3891.16	6
6551.19	8	5883.21	4	5498.78	3	5013.48	2	4742.21	10	4531.66	8	3889.09	6
6471.98	3	5871.07	2	5482.48	2	4999.90	2	4730.80	4	4526.27	6	3796.87	6
6372.80	4	5860.50	8	5480.97	} 3	4995.23	2	4729.19	4	4512.73	3	3748.36	6
6354.56	5	5839.69	} 4	5480.20	}	4980.20	5	4717.69	} 6	4511.00	3	3702.48	3
6347.52	2	5839.36	}	5451.97	2	4967.40	10	4716.57	}	4484.71	3	3662.43	3
6322.15	4	5822.12	2	5445.36	2	4961.34	4	4711.61	} 8	4477.79	6	3640.38	2
6306.89	2	5798.94	2	5407.33	4	4959.72	4	4710.04	}	4471.31	3	3627.35	3
6305.57	8	5780.23	2	5403.47	4	4948.55	2	4701.87	} 6	4449.88	3	3598.96	2
6282.99	2	5751.34	3	5391.67	2	4939.26	7	4701.31	}	4444.76	3	3556.90	5
6275.11	2	5749.80	3	5385.24	} 4	4935.11	2	4699.97	3 st. v.	4420.76	4	3546.15	4
6255.96	4	5744.05	2	5384.82	}	4922.92	2	4688.39	4	4404.97	2	3540.90	3
6234.38	4	5739.46	4	5381.65	2	4907.17	3	4686.02	4	4385.03	4	3515.73	4
6208.86	4	5707.10	4	5360.20	6	4903.18	2	4683.25	3	4356.86	4	3494.94	4
6191.89	5	5693.86	2	5330.19	4	4890.28	} 6	4679.20	3	4350.88	5	3484.01	5
6183.53	3	5691.69	10	5319.87	3 v.	4889.93	}	4678.01	4	4312.79	2	3474.43	5
6158.65	2	5682.34	} 4	5301.51	5 v.	4860.57	2	4673.36	} 7	4266.18	3	3462.08	4
6156.79	} 3	5681.63	}	5275.59	3 v.	4855.70	5	4672.48	}	4264.20	4	3456.16	5
6156.59	}	5676.99	2	5273.32	3 v.	4832.46	4	4664.11	2	4254.58	4	3453.25	5
6133.81	10	5674.92	8	5251.98	3	4820.54	3	4661.51	8	4229.70	3	3428.25	5
6115.13	2	5659.80	3	5244.69	4	4801.54	2	4651.58	} 2	4227.20	4	3425.44	4
6088.43	2	5646.19	2	5236.72	2	4799.07	2	4651.04	}	4173.37	6	3416.58	4
6082.00	5	5640.84	5	5221.72	4	4797.68	2 v.	4649.88	10	4163.18	6	3410.37	4
6063.15	3	5628.46	} 4	5182.28	3	4796.48	2 v.	4647.91	4	4152.71	6	3399.09	5
6060.52	2	5627.82	}	5168.12	3	4796.14	2 v.	4644.77	5	4136.35	3	3394.75	2
6050.92	2	5613.86	2	5165.04	4	4795.58	2 v.	4640.21	} 4	4127.28	5	3343.69	3
6021.65	3	5593.92	2	5157.53	4	4792.91	} 2	4639.73	}	4120.34	4	3338.90	2
6002.26	4	5591.34	2	5149.80	3	4791.67	}	4638.36	} 4	4108.68	5	3337.35	3
5983.12	10	5574.18	3	5144.21	3	4786.63	3	4637.61	}	4103.97	8	3288.57	2
5973.74	} 12	5566.74	4	5143.35	2	4781.41	2	4629.30	10	4065.23	4	3282.11	4
5972.98	}	5561.16	2	5133.95	3	4777.71	4	4628.43	6	4054.61	} 6	3266.49	2
5956.20	4	5553.36	3	5129.56	5	4766.68	3 v.	4606.82	6	4054.03	}	3233.46	2
5948.70	} 5	5534.55	2	5128.08	3	4763.70	} 4	4605.51	3	4045.61	8	3197.92	2
5948.25	}	5530.79	4	5102.80	4	4763.36	}	4577.93	3	4040.94	4	3183.97	1
5933.93	6												

Dysprosium.

Das Bogenspektrum des Dysprosiums, mittels reinem Dysprosiumnitrat (Auer von Welsbach) hergestellt, ist auf Tafel XII, Nr. 9 und 10, abgebildet. Es läßt im sichtbaren Teile außer zahlreichen und bisweilen sehr kräftigen Linien, deren Wellenlängen im Bezirke von 6998.46 bis 4532.71 von uns gemessen wurden[4]), noch drei mehr oder weniger deutliche Banden erkennen.

Die erste dieser Dysprosiumoxydbanden hat ihre Hauptkante zirka bei 5693 und verläuft, allmählich schwächer werdend, nach dem roten Ende des Spektrums.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 24. Die Wellenlängen von 5468.67 bis 4591.52 wurden von uns gemessen, sind aber bisher nicht publiziert worden.

[2]) Publ. d. astrophys. Observator. zu Potsdam, 1909, Nr. 60, Bd. XX, III. Stück.

[3]) Wellenlängentabellen, 1904.

[4]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, 1910, S. 9. Von 5460 bis 4532.71 sind die in der Tabelle enthaltenen Linien von uns gemessen, aber bisher noch nicht veröffentlicht worden.

Das Maximum der Schwärzung liegt bei 5742. Die zweite Bande ist sehr verwaschen und läßt eine im Maximum der Schwärzung liegende Kante bei 5404 erkennen. Sehr gut definiert ist die dritte Bande, deren Hauptkante bei 5263 liegt. Dieser Kante folgen nach dem roten Ende schwächer werdende Nebenkanten 5274, 5286, 5299, 5316. Gegen das ultraviolette Ende liegt eine Kante bei 5248. Eine vierte Bande verläuft von der Hauptkante 5166 gegen das ultraviolette Ende. Im blauen und ultravioletten Teile finden sich zahlreiche kräftige und hervortretende Linien, welche von J. Eberhard[1]) im Bezirke von 4527 bis 2755 gemessen wurden. Viele Linien des Dyprosiums wurden von Exner und Haschek[2]) in dem von ihnen untersuchten Holmiumpräparat gemessen und mit X 3 bezeichnet.

Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der stärkeren Dysprosiumlinien nach Eberhard und den von uns durchgeführten Messungen. Die mit * bezeichneten Linien wurden auch im Funken von Urbain gemessen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6899.68	4	5970.36	2	5404.42	3	4741.05	4	4480.85	2	4124.78	5	3786.32*	6
6853.29	4	5966.77	2	5395.79	2 v.	4732.10	7	4468.32	5	4119.45	3	3757.51*	6
6835.76	5	5964.82	10	5392.26	2 v.	4729.12	2	4455.76	2	4111.50	6	3753.90	6
6766.21	4	5955.81	2	5389.75	4	4727.30	2	4449.90	8	4105.19	3	(53·4 U)*	
6748.24	2	.5946.11	8	5385.82	2	4726.44	2	4444.77	2	4103.45*	10	3752.64*	2
6700.90	3	5943.95	2	5368.32	2	4724.16	2	4431.18	2	(04·0 U)*		3747.96*	3
6668.15	8	5928.16	2	5349.61	2	4721.40	3	4409.56	10	4091.68	3	3734.54	2
6661.95	3	5924.81	3	5340.45	3	4706.92	3	4400.23	2	4087.34	3	3724.59*	5
6658.67	2	5921.78	2	5336.06	3	4703.66	3	4395.11	5	4078.11*	10	3711.83	2
6643.68	2	5915.44	5	5333.16	2	4698.91	4	4384.45	3	4073.28	10	3707.74	5
6594.43	2	5902.72	2	5324.81	3	4694.53	3 v.	4380.39	2	4055.30	3	3701.78	3
6579.62	10	5868.32	2	5310.21	3	4690.41	} 4	4375.47	} 10	4050.73	7	3698.36	4
6565.41	2	5864.20	4	5301.76	5	4690.02	}	4374.94	}	4046.12*	7	3694.96*	6
6558.29	3	5845.60	3	5298.03	2	4682.11	2	4374.40	}	(45·7 U)*		3676.74	5
6548.57	2	5840.53	2	5282.16	2 v.	4681.05	3	4366.89	2	4042.11	3	3674.21	} 10
6519.44	2	5832.29	2	5279.81	2	4672.63	4	4366.27	4	4038.69	3	3673.29	}
6486.91	4	5805.80	2	5277.98	2 v.	4666.71	2	4364.38	2	4036.49	3	3672.84	}
6483.89	4	5759.11	2	5272.40	3	4666.03	2	4361.50	3	4033.82	} 5	3672.45	}
6444.01	2	5750.81	2	5197.82	4	4664.89	5	4347.85	2	4032.63	}	3664.81	3
6422.25	8	5745.87	3	5193.08	8	4662.99	2	4346.48	2	4028.51	} 4	3648.93*	3
6402.64	2	5740.55	4	5185.33	2	4650.29	3	4339.80	4	4027.93	}	3645.99	} 10
6396.93	6	5718.52	3	5169.84	4	4647.58	2	4329.07	2	4024.58	3	3645.54	}
6387.13	4	5708.17	2	5165.60	2 v.	4646.92	2	4326.53	} 4	4014.85	3	3640.42	5
6369.80	2	5703.23	2	5139.76	5	4643.69	3 v.	4326.03	}	4011.44	3	3635.40	2
6343.65	3	5699.70	2	4934.29	2	4637.33	3 v.	4325.29	2	4000.59*	8	3630.40*	} 10
6260.69	3	5699.04	2	4923.36	4	4635.51	2	4308.81	10	3996.84*	8	3629.58	}
6259.39	15	5696.19	2	4922.42	3	4631.69	2	4302.88	3	3991.48	3	3620.30*	3
6230.05	2	5685.91	3	4918.50	2	4620.19	4	4295.18	8	3984.36	} 15	3614.24	3
6196.51	3	5678.05	2	4916.61	2	4617.41	3	4256.50	8	3983.80	}	3612.93*	3
6168.70	10	5666.82	2	4890.28	} 7	4612.39	7	4247.52	2	3982.08	}	3606.27*	5
6165.82	3	5664.26	2	4889.52	}	4595.32	2	4246.07	3	3979.61	} 8	3602.97	2
6158.65	4	5652.36	10	4888.29	3	4591.86	2	4240.01	3	3978.70	}	3600.54	3
6150.94	2	5646.35	7	4884.80	} 3	4590.69	3	4232.18	3	3968.55	8	3595.20	5
6133.94	2	5641.87	2	4884.31	}	4589.50	10	4225.32	5	3957.93	4	3594.76*	
6127.43	2	5639.81	15	4880.34	3	4588.04	2	4221.27*	7	3954.68	3	3591.57*	4
6126.78	2	5613.52	5	4876.12	3	4577.88	5 v.	4218.26	5	3950.52	6	3585.23	5
6114.27	2	5605.75	3	4841.86	2	4574.46	} 3	4215.31	5	3944.83*	6	3576.40*	5
6091.18	3	5600.95	10	4832.54	3	4573.92	}	4213.34	4	3942.66	3	3574.30	} 4
6089.63	2	5592.58	2	4829.05	4	4567.19	3	4211.82	10	3936.86[3])	3	3574.01*	}
6088.56	8	5547.56	6	4825.14	3	4565.23	2	4206.70	8	3934.35	3	3563.30	6
6074.95	3	5542.50	2	4819.15	2	4557.47	2	4202.40	} 8	3931.66	6	3551.76*	4
6074.09	2	5535.48	2	4810.39	2	4556.57	2	4201.49	}	3923.49	2	3550.36*	5
6058.47	4	5528.33	4	4804.87	2	4555.27	2	4198.18	2	3915.72	} 6	3546.97*	5
6050.37	2	5515.69	3	4798.65	2 v.	4554.05	2	4195.00*	6	3915.01	}	3544.51*	
6044.77	2	5506.80	2	4791.50	2	4546.52	2	4191.79	4	3898.69	8	3542.47*	6
6038.99	2	5497.09	2	4787.10	4	4545.40	2	4187.00*	6	3874.13	4	3538.66*	8
6031.11	3	5472.12	2	4781.98	2	4541.82	3	4183.84	3	3872.28*	5	3536.17*	8
6017.58	3	5469.32	4	4775.95	4	4539.24	} 4	4168.15	8	3853.18	3	3535.11*	8
6011.12	8	5460.81	2	4774.96	3	4538.85	}	4146.22	4	3841.46	5	3531.86*	10
6009.23	4	5455.84	3	4772.06	3	4536.70	2	4143.26	7	3836.67	5	3529.20*	2
6003.54	3	5451.35	5	4764.84	3	4532.71	2 v.	4141.67	6	3816.92*	4	3527.24*	2
6001.17	3	5443.55	2	4760.17	4	4527.95	3	4133.51	3	3813.83	3	3524.14*	9
5988.87	15	5426.89	3	4756.75	3	4519.98	2	4130.49	} 10	3806.40	3	3517.42*	3
5986.31	2	5424.42	} 4	4755.17	3	4518.67	2	4129.58	}	3804.29	3	3512.85*	} 4
5985.16	4	5423.55	}	4745.88	3	4517.12	2	4129.28	}	3792.02	3	3512.70	}
5974.74	15	5419.37	4	4741.66	4	4503.41	3	4128.40	}	3788.59*	6	3506.97*	5

[1]) Publikationen d. astrophysic. Observatoriums zu Potsdam, 1909, Nr. 60, XX. Bd., III. Stück.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

[3]) Fällt mit einigen schwachen zu einer starken Linie zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3505.60	6	3447.14*	3	3393.71*	5	3317.24	6	3223.42*	2	3140.76*	6	3038.42	3
3504.67*		3445.72*	6	3388.99	3	3316.44		3216.74*	4	3135.50*	6	3026.28	4
3498.87*	3	3441.59	5	3385.16*	8	3312.85	4	3215.31*	4	3128.53*	3	3017.07	2
3497.98*	2	3439.08*	2	(85·9 U)*		3308.98*	8	3206.53*	2	3109.90*	3	3015.80	2
3496.48*	2	3434.50*	5	3372.88	2	3280.23	5	3193.41	3	3103.97	3	2977.54	1
3494.65*	4	3429.56	3	3368.23	3	3269.25	3	3178.50	4	3102.05	3	2934.64	2
3477.21*	4	3422.98*	2	3358.72	4	3266.15*	2	3178.03		3078.81	3	2914.08	2
3471.71	5	3419.73*	3	3353.72	4	3251.41*	6	3170.12*	6	3073.67	3	2906.52	2
3471.26*		3414.96	3	3342.00	7	3245.25*	2	3162.96*	4	3072.04	3	2904.79*	2
3461.12*	5	3413.92	5	3341.13*		3236.79*	5	3156.65	4	3062.74	3	(04·1 U)*	
3456.70*	4	3407.94	6	3326.32	3	3235.98*		3152.48*	2	3060.78	3	2871.91*	1
3454.45	4	3396.30*	5	3320.01*	6	3226.07	3	3146.28*	3	3043.25	3		

Thulium.

Das Thulium, welches von Auer von Welsbach in drei neue Elemente (Thulium I, II und III) zerlegt wurde [1]), stand uns in zwei Fraktionen zur Verfügung; eine Fraktion liegt nahe dem Aldebaranium und enthält reichlich dieses Element (jedoch kein Cassiopeïum), die andere Fraktion liegt dem Erbium näher und ist mit diesem verunreinigt. Wir haben einen Teil des sichtbaren Spektralbezirkes mit beiden Präparaten studiert und gemessen [2]).

Eine größere Anzahl von Thuliumlinien, welche in der Thulium-Aldebaraniumfraktion fehlen, treten in der Thulium-Erbiumfraktion auf, was auf eine Spaltbarkeit des für ein Element gehaltenen Thuliums bei der Auerschen Trennungsprozedur hinweist, welche Spaltbarkeit von Freiherrn Auer von Welsbach bereits avisiert [3]) und hiermit von uns spektrometrisch begründet wurde. Unser Atlas gibt auf Tafel XII, Nr. 11 und 12, nur das Bild der aldebaraniumhältigen Fraktion, in welcher Ad dominiert (Thuliumnitrat von Auer auf Kohle). In Abbildung Nr. 11 erscheinen nur die stärksten Thuliumlinien, da die Aufnahme mit einer etwas geringen Menge Material gemacht werden mußte. Nr. 12 zeigt dagegen die Thuliumlinien im brechbareren Teile sehr kräftig.

Die Thuliumlinien ab 4675.35 wurden von Exner und Haschek gemessen [4]). Wir geben in der folgenden Tabelle eine Übersicht der von uns gemessenen kräftigen Thuliumlinien und schließen an diese eine Auswahl der von Exner und Haschek gemessenen Linien im Bezirke ab 4044.62 an.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6846.06	2	5373.21	2	4760.00	3	4301.78	3 Er?	3761.49*	7	3564.05	2+Ad	3258.18	4
6844.57	2	5346.66	4	4733.51	5	4242.31	10	3757.01*	2	3559.20	2+Er	3241.67	8
6780.10	2	5339.09	2	4724.48	2	4222.81	2	3751.99	3	3536.70*	10	3235.55	5
6658.02	2	5307.27	10 Ad?	4691.23	2	4203.92	6	3744.22*	5	3536.35*		3172.97	5
6605.23	3	5306.05	4	4682.12	2	4200.08	3	3734.29*	8	3535.67*		3157.48	4
6460.56	3	5300.38	2	4675.35	3	4187.73	9	3725.21*	3	3535.01*	2	3151.18	4
6299.82	2	5291.34	2	4666.83	4	4158.74	2	3718.02*	4	3489.52	3	3134.00	4
6181.66	2	5228.36	3	4655.34	2	4138.49	3	3705.00*	2	3462.34*	7	3131.38	5
5971.52	2	5213.52	2	4643.28	2	4105.94	7	3701.51*	5 Er?	3453.80*	6	3098.70	3
5936.16	1	5185.38	2	4634.43	3	4094.34	8	3700.40*	5 Er?	3441.66*	4	3081.27	2
5895.88	3	5182.85	2	4626.59	4	4044.62	2	3683.62*	2	3431.28	6	3073.21	2
5886.53	1	5172.90	2	4616.14	7	4008.13	3	3679.00*	3	3430.09*		3026.18	3
5838.97	2	5085.22	2	4596.80	4	3996.67	6+Ad	3678.10*		3425.74	10	3015.41	6
5811.36	1	5073.70	2	4590.99	5 (?)	3958.23	4	3673.31*	2	3425.22*		3014.76	
5782.60	2	5072.60	2	4564.88	5	3949.41	3	3668.21*	3	3416.72	2	2990.66	3
5764.52	4	5066.84	3	4548.75	2	3929.71	2	3665.96*	2	3412.75*	2	2966.00	2
5760.43	2	5061.08	2	4539.58	4	3916.59	4	3653.76*	2	3410.20	2	2936.10	2
5710.21	1	5034.41	2	4532.37	3	3862.98 [5])	4	3647.39*	2	3397.66	4	2926.85	3
5676.00	4	5009.93	3	4529.54	3	3848.18	10	3643.84*	3	3362.78	7	2891.05	2
5658.58	2	5001.70	2	4522.78	3	3838.35	2	3608.95*	6	3346.15	2	2869.33	2
5642.88	1	4966.98	3	4481.45	7	3830.62	4 Er?	3574.23*	2	3310.73	3	2828.02	2
5631.64	3	4957.25	4	4394.59	3	3795.91*	6	3566.63*	4	3302.60	4	2797.37	2
5528.55	1	4935.60	10 Ad?	4386.57	4	3783.70*	2	3566.08*		3267.56	4	2794.71	2
5478.73	2	4831.40	2	4360.10	6	3762.07*	4	3557.92*	2	3264.94	2	2624.45	2
5392.17	2												

Vorstehende Tabelle der stärkeren Thuliumlinien, wie selbe das Bogenspektrum dieses Elementes zeigt, enthält, wie der Vergleich der Linien mit den von Auer als charakteristisch angeführten Linien zeigt, fast nur Tu II.

1) Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXX, Abt. IIb, 1911, S. 193.

2) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, III. Teil, Thulium. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 103. – Die in der Tabelle ab 5462.15 bis 4047.15 enthaltenen Linien wurden von uns gemessen, aber bisher nicht veröffentlicht.

3) Karl Freiherr Auer von Welsbach, Über die Zerlegung des Thuliums in seine Elemente. Vorläufiger Bericht (Sitzung der mathem.-naturw. Kl. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Dezember 1908, Akademie-Anzeiger).

4) Wellenlängentabellen, 1904. — Zur Spektroskopie der seltenen Erden, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 771.

5) Die Linien von 3862 bis 3830 fallen in die Cyanbande.

*) Von Auer im Funkenspektrum vorgefunden und als dem Tu II angehörig bezeichnet.

Cassiopeïum und Aldebaranium.

Das Ytterbium wurde von Auer von Welsbach in zwei Elemente gespalten, welche er Cassiopeïum und Aldebaranium nannte und das Funkenspektrum der neuen Elemente ab 5347 bis 2603 feststellte[1]). Das von uns zur Herstellung des Bogenspektrums des Aldebaraniums und Cassiopeïums benützte Material wurde uns von Auer von Welsbach zur Verfügung gestellt.

Die Gitterspektren der beiden Elemente sind auf Tafel XIII, Nr. 1 bis 4, abgebildet. Beide Spektren enthalten als Verunreinigung Thulium, ferner finden sich aus der Kohle herrührende Verunreinigungen, wie Magnesium, Eisen, Silicium und Bor. Eine Anzahl Linien, z. B. 4726, 3289.5, 2891.5, 2859.9, 2821.2, 2653.8, führt Auer, welcher die Funkenspektren der beiden Elemente untersuchte, als gemeinsame Linien.

Von diesen Linien erscheinen in unseren Abbildungen 3289.5 und 2891.5 sehr kräftig im Aldebaranium- und bedeutend schwächer im Cassiopeïumspektrum, während die Linien 2859.9 und 2653.8 nur im Aldebaraniumspektrum enthalten sind. Die Linien 4591, 3568, 3554, 3550 und 2971 gehören nach den Untersuchungen von Exner und Haschek[2]) einem dritten Ytterbium-Elemente an; wir führen diese Linien, mit Ausnahme von 3550, in den Tabellen, je nachdem sie stärker oder schwächer auftreten, zum Teile im Cassiopeïum, zum Teile im Aldebaranium.

Cassiopeïum.

Das Bogenspektrum des Cassiopeïums wurde mittels Cassiopeïumsulfat im Flammenbogen zwischen Siemenskohle erhalten und ist auf Tafel XIII, Nr. 1 und 2, abgebildet. Es zeigt neben kräftigen Linien in den meisten Bezirken des Spektrums sehr helle, lichtstarke, gut definierte Banden. Die Hauptkante einer derartigen Bande liegt nach den von uns[3]) vorgenommenen Messungen bei 5160; die Bande verläuft nach dem roten Ende des Spektrums und setzt sich auch nach dem violetten Ende bis 5118 fort. Nebenkanten liegen bei 5170, 5182, 5197, 5217, 5232 und 5253. Die Hauptkante der stärksten Bande liegt bei 4654.

Die Bande verläuft nach dem roten Ende und läßt Kanten bei 4662, 4672, 4684, 4695, 4708, 4722, 4726, 4735, 4750, 4758, 4765, 4780 und 4798 erkennen.

Weitere Banden haben ihre Hauptkanten bei 4251 und 4094 und sind von Cyanbanden durchsetzt. Messungen der Linien des Cassiopeïumbogenspektrums wurden zuerst von uns[4]) im Bezirke 7126.23 bis 4052.38 vorgenommen. Messungen der Linien des Ytterbiums liegen von H. Kayser[5]) sowie von Exner und Haschek[6]) vor. In der folgenden Tabelle sind unsere Messungen und im Teile ab 4052.38 die Kayserschen Ytterbiumzahlen benützt worden. Im Bogenspektrum des Cassiopeïums treten Linien auf, welche Auer zwar im Funkenspektrum gefunden hat, welche sich aber im Kayserschen Bogenspektrum des Ytterbiums nicht finden; wir haben diese Linien auf Grund der Auerschen Messungen angeführt und mit einem * bezeichnet. Bezüglich der Linie 3968.64, welche Auer als Calciumlinie führt, sei bemerkt, daß diese Linie gegenüber der Hauptlinie des Calciums 3933.81 so stark hervortritt, daß man annehmen kann, sie falle mit einer Cassiopeïumlinie zusammen; wir haben sie in der Abbildung mit 3969 + Ca bezeichnet.

Weder Kayser noch Exner und Haschek führen diese Linie im Ytterbiumspektrum.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7126.23	2	6160.17	4	5422.12	3	4643.45	3	4184.39	10	3472.69	10	2951.82	4
6917.59	2	6084.39	2	5402.80	8	4605.57	5	4154.17	5	3397.25	10	2911.51	10
6611.97	} 2	6055.24	6	5304.57	2	4602.55	2	4124.85	6	3385.68	5	2900.44	8
6611.53		6004.74	10	5196.76	2	4518.76	6	4054.60	6	3376.64	7	2894.97	6
6523.45	4	5997.36	3	5135.26	10	4499.03	3	3968.64	4	3359.71	7	2891.50	2
6477.92	2	5984.33	} 20	5001.39	8	4450.97	6	3933.81*	2	3312.26	7	2847.63	4
6463.31	30	5983.85		4994.36	10	4439.37	6	3876.82*	5	3289.50	6 Ad?	2796.75	5
6441.34	2	5866.46	2	4942.56	4	4421.07	4	3841.32*	2	3281.88	6	2754.29	5
6366.18	3	5860.99	3	4905.03	5	4416.60	3	3694.32	5 Ad?	3279.11	6	2701.81	4
6355.15	2	5800.78	4	4839.78	6	4404.92	2	3647.93*	5	3254.45	7	2657.90	4
6345.59	2	5775.57	4	4815.19	5	4397.45	2	3636.38*	4	3077.72	8	2619.34*	3
6249.08	2	5736.73	8	4785.58	6	4383.67	2	3624.12*	5	3057.96	} 7	2615.48*	4
6242.57	6	5713.70	2	4725.68	3	4355.32	2	3585.62*	4	3056.86		2613.49	4
6235.56	3	5665.08	2	4662.00	5	4342.15	2	3568.01	5	3020.73*	7	2578.90	4
6228.34	2	5476.94	30	4658.18	6	4296.15	8	3554.61	6	2970.68	5	2571.35	3
6222.06	30	5453.77	2	4645.61	6	4281.18	7	3507.56*	15	2963.46	6	2390.84	3
6199.86	3	5438.09	3	4644.69	4	4277.70	7						

[1]) C. Auer von Welsbach, Die Zerlegung des Ytterbiums in seine Elemente. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVI, Abt. IIa, 1907, S. 1425. — Urbain, welcher das Ytterbium gleichfalls in zwei neue Elemente spaltete, nennt dieselben Neoytterbium und Lutetium.

[2]) Zur Spektroskopie der seltenen Erden, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX., Abt. IIa, 1910, S. 771.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 530.

[4]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 3. — Von 5482.14 bis 4052.38 haben wir die Linien gemessen, aber die Messungen bisher nicht veröffentlicht; sie sind in der Tabelle benützt worden.

[5]) Das Bogenspektrum des Yttriums und des Ytterbiums, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1903.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

Aldebaranium.

Das Bogenspektrum des Aldebaraniums, mittels Aldebaraniumsulfat, welches Material etwas Thulium[1]) und Cassiopeïum enthielt, auf Siemenskohle erhalten, ist auf Tafel XIII, Nr. 3 und 4, abgebildet. Es zeigt zahlreiche scharf hervortretende Linien in allen Teilen des Spektrums. Die Auerschen Messungen, welche sich auf das Funkenspektrum beziehen, erstrecken sich von 5897.6 bis 2615.5. Das Bogenspektrum zeigt gegenüber dem Funkenspektrum ein etwas verändertes Aussehen, indem einzelne Linien andere Intensitäten aufweisen und manche Linien des Funkenspektrums im Bogenspektrum fehlen. Außer dem Linienspektrum lassen sich auftretende Banden beobachten, die zum Teile dem Aldebaraniumoxyd angehören dürften.

Derartige Banden liegen zwischen 5590 und 5150, ferner zwischen 4900 und zirka 4600, welche beide Banden ziemlich undeutlich sind. Dagegen bemerkt man im ultravioletten Teil Banden, deren Hauptkanten bei 4216 und 4197 liegen; sie verlaufen gegen das ultraviolette Ende und gehören dem Cyan an. Das Bogenspektrum des Aldebaraniums wurde von uns im roten und grünen Teile gemessen[2]). Messungen im brechbareren Teile ab 4052.44 liegen zur Zeit nicht vor, wohl aber sind solche Messungen im Ytterbium von Exner und Haschek[3]) und von H. Kayser[4]) durchgeführt worden. Wir haben daher die in der folgenden Tabelle geführten Aldebaraniumlinien im Bezirke von 4052.44 bis 2653.84 nach unseren Aufnahmen (für den Atlas) identifiziert und die Kayserschen Messungen eingetragen.

Bezüglich der in der Tabelle mit * bezeichneten Linien sei bemerkt, daß sich dieselben in den Kayserschen Messungen der Linien des Ytterbiumbogenspektrums nicht finden, wohl aber von Auer im Funkenspektrum gemessen wurden und in unseren Aufnahmen vorfindlich waren.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6799.87	10	5588.67	5	5074.49	10	4564.18	6	4135.26	2	3508.61	2	3089.22	2
6727.80	2	5562.33	3	5069.33	2	4553.77	4	4119.45	3	3488.59	2	3065.17	2
6668.04	8	5556.71	20	5061.11	2	4533.67	5	4089.83	5	3478.99	5	3031.23	6
6643.74	2	5539.33	10	5034.45	2	4530.04	5	4063.65	2	3476.47	6	3026.80	2
6489.30	15	5505.71	4	5009.80	4	4515.32	5	4052.44	5	3464.63	6	3017.62	2
6432.94	3	5482.15	6	4935.70	10	4503.79	2	3991.04	5	3464.34	5	3005.90	3
6418.16	4	5449.45	5	4912.58	3	4482.59	3	3988.15	20	3460.43	3	2994.93	2
6400.60	5	5390.01	4	4894.87	5	4481.46	4	3906.46	4	3454.22	5	2984.11	4
6308.36	2	5363.86	3	4851.35	3	4472.60	5	3900.99	3	3438.82*	2	2970.68	8
6274.98	6	5353.14	15	4837.63	} 6	4439.39	6	3770.23	3	3426.20	2	2964.88	2
6247.16	3	5351.52	3	4837.12		4430.43	3	3735.03	4	3397.65	2	2946.04	3
6152.77	4	5347.38	10	4820.42	4	4427.62	3	3698.71*	5	3391.26*	2	2919.47	2
5991.73	3	5345.89	10	4816.57	4	4394.02	5	3694.32	20	3375.63	3	2915.40	2
5908.56	2	5335.32	10	4786.80	4	4383.73	2	3675.22	2	3343.09	3	2891.50	5
5897.42	2	5307.26	8 Tu?	4782.10	4	4326.54	2	3670.84	3	3337.32	3 Tu?	2867.18	2
5854.72	2	5279.73	3	4726.25	4	4317.13	2	3669.84	2	3319.56	2	2861.34	2
5837.32	6	5277.24	6	4718.90	4	4306.09	6	3637.89	3	3305.87	3	2859.93	} 4
5834.20	3	5257.61	4	4675.43	3	4272.24	2	3619.99*	3	3289.50	20	2859.52	
5819.64	2	5244.26	4	4670.76	2	4232.18	2	3610.38*	3	3261.64	2	2851.25	3
5803.68	2	5240.67	3	4634.33	3	4218.85	4	3606.65	2	3201.28	2 (?)	2847.30	2
5771.86	3	5228.35	3	4591.01	6 Tu?	4203.87	2	3585.62*	4	3193.03	3	2750.58	5
5720.23	10	5211.76	4	4589.43	6	4187.77	6 Tu?	3570.73*	2	3141.02	3	2672.75	2
5710.17	2 Tu?	5196.25	3	4582.52	6	4180.97	8	3560.50	5	3117.92	3	2653.84	3
5684.96	2	5184.37	2	4576.39	8	4149.22	6	3520.45	2	3108.03	4	2615.48	2
5652.21	6												

Gadolinium.

Das Bogenspektrum des Gadoliniums wurde mittels Gadoliniumoxalat (von Drossbach) zwischen Siemenskohleelektroden im Flammenbogen erhalten. Das verwendete Material enthielt als Verunreinigung Europium, Terbium und Spuren anderer seltener Erden. Desgleichen kommen die Verunreinigungen der Kohle, des Calciums, Siliciums etc. deutlich zum Vorschein. Es ist auf Tafel XIII, Nr. 5 und 6, abgebildet. Im sichtbaren Teile läßt das Spektrum einige sehr kräftig hervortretende Banden erkennen. Die Hauptkante der stärksten Bande liegt bei 5807 und die Bande verläuft nach dem roten Ende. Weitere Hauptkanten liegen bei zirka 6201, 5682, ferner bei 4612 sowie bei 4893 und 4801. Charakteristische Linien zeigt das Bogenspektrum des Gadoliniums im blauen, violetten und ultravioletten Bezirke. Während in der Abbildung auf Tafel XIII im roten Bezirke das Bandenspektrum auffällig hervortritt, kommt im blauen, violetten und ultravioletten Bezirke das Linienspektrum zur Geltung.

Das Bogenspektrum des Gadoliniums wurde in neuerer Zeit mehrfach untersucht. Der sichtbare Teil von 6846 bis 5460 wurde von uns gemessen[5]). Ferner liegen Messungen

[1]) Die in der Abbildung auf Tafel XIII, Nr. 3, markierten Linien 5765 und 5710 dürften Thuliumlinien sein.

[2]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren: Die von Auer von Welsbach entdeckten Elemente Aldebaranium und Cassiopeïum. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1910, S. 4. Diese Messungen reichen bis 5474.24; von da ab wurden die Linien bis 4052.44 von uns später gemessen, aber bisher nicht publiziert.

[3]) Wellenlängentabellen, 1904.

[4]) Die Bogenspektren von Yttrium und Ytterbium. Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1903.

[5]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 21.

von Eberhard[1] bezüglich einer Anzahl Gadoliniumlinien im brechbareren Teile vor. Exner und Haschek[2] untersuchten ein Präparat von Demarcay, welches stark dysprosiumhältig war, und gaben Messungen der Gadoliniumlinien im Bezirke 4603 bis 2468 an. Bei weiteren Untersuchungen der seltenen Erden fanden Exner und Haschek[3] eine Anzahl von Linien, welche sowohl im Gadolinium- als auch im Terbiumspektrum auftraten und nicht von Verunreinigungen anderer bekannter seltener Erden herrühren. Sie schreiben diese Linien einem neuen, noch nicht isolierten Elemente zu. Die in der Tabelle angeführten Zahlen sind teils unseren Messungen, teils denjenigen von Exner und Haschek entnommen und die Intensitäten einheitlich den Aufnahmen, welche unseren Abbildungen zugrunde liegen, angepaßt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6752.95	2	5722.20	2	4436.38	3	4268.89	5	4070.51	2	3839.76	3	3505.68	2
6681.51	2	5709.66	2	4430.82	5	4267.15	2	4063.62	10	3814.18	8	3494.57	4
6634.61	2	5701.60[4]	2	4422.62	5	4266.75	2	4058.40	5	3796.62	8	3492.10	3
6381.20	2	5696.44	7	4421.45	3	4262.24	6	4053.82	} 10	3787.70	4	3481.49	8
6346.92	2	5643.50	4	4419.20	4	4260.25	3	4053.48		3783.22	4	3473.41	3
6305.39[4]	3	5632.51	2	4414.90	} 6	4253.76	} 8	4050.05	} 10	3769.59	} 15	3469.13	4
6180.64	2	5629.78	2	4414.32		4253.50		4049.59		3768.60		3467.43	4
6151.32	2	5618.17	4	4411.31	3	4251.90	10	4047.95	4	3761.10	} 3	3464.24	} 4
6114.30[4]	2	5583.96	3	4408.41	4	4246.70	3	4045.16	3	3760.86		3464.10	
6106.40	2	5560.94	2	4406.82	3	4238.97	4	4038.03	} 8	3759.18	} 6	3450.52	6
6080.86[4]	3	5500.70	2	4403.30	} 8	4229.94	3	4037.49		3758.46		3440.13	
6004.83[4]	3	5469.97	3	4402.02		4227.27		4023.48		3743.68	6	3439.93	} 10
5988.24	3	4601.25	4	4397.66	3	4226.02	} 15	4023.28	} 8	3740.19	} 4	3439.37	
5982.65	2	4599.09		4391.12[5]	5	4225.26		4022.48		3739.90		3424.73	} 3
5970.54	2	4598.10	} 10	4387.81	3	4217.31	5	4001.40	3	3731.01	4	3424.07	
5956.67	2	4597.19		4380.82	2	4215.13	6	3994.36	4	3725.63	2 + Eu	3422.62	5
5937.93	} 3	4582.72	8	4378.70	2	4212.16	8	3987.96	} 3	3719.63	6	3407.75	4
5937.07		4558.26	3	4373.99	8	4205.00	5	3987.38		3712.88	8	3362.40	7
5930.46	2	4537.96	4	4369.91	4	4197.82	3	3983.17	3	3697.89	4	3358.77	7
5913.81	3	4523.00	3	4361.07	3	4191.20	} 5	3979.49	3	3671.39	10	3350.63	8
5904.78	} 5	4519.80	4	4347.42		4190.90		3972.86	2	3664.78	4	3256.53	} 3
5904.31		4514.67	3	4346.78	} 10	4188.20	4	3969.45	} 2	3662.41	2 v.	3255.96	
5897.83	2	4506.49	} 5	4346.60		4184.48	8	3969.15		3656.31	4	3161.49	3
5877.50[4]	4	4506.37		4342.35	} 10	4162.88	4	3959.65	3	3654.78	4	3145.15	4
5870.80	2	4498.43	3	4341.43		4137.26	3	3957.83	3	3646.36	} 10	3102.04	2
5860.95	4	4497.28	3	4330.73	4	4132.45	6	3945.66	4	3645.75		3100.66	6
5856.46[4]	5	4483.49	4	4327.29	7	4130.59	10	3942.78	3	3610.89	2	3082.15	4
5855.50	2	4481.23	4	4325.83	7	4119.54	4	3934.95[6]	4	3608.87	2	3068.80	2
5851.90	4	4478.95	4	4321.30	5	4111.60	3	3923.43	2	3605.00	3	3034.20	5
5840.73	2	4476.29	4	4316.20	5	4099.08	} 10	3916.70	5	3601.11	3	3033.00	5
5821.20[4]	2	4474.29	3	4314.00	5	4098.80		3902.57	3	3592.85	5	3027.74	5
5816.03	2	4471.45	3	4306.49	4	4092.89	4	3894.88	4	3585.12	8	3010.30	4
5791.58[4]	5	4467.33		4297.31	3	4085.73	6	3852.65	6	3549.52	8	2999.20	3
5749.60	2	4467.23	} 10	4296.46	} 6	4078.87	} 10	3851.15 } [7]	4	3545.94	8	2980.30	2
5746.59[4]	2	4466.71		4296.22		4078.60		3850.85	4	3524.37	4	2809.83	3
5734.09[4]	6	4438.41	3	4280.69	10	4073.99	6	3844.70[8]	4				

Insbesondere im roten Teile des Bogenspektrums bemerkt man ein eigentümliches Bandenspektrum, welches dem Gadoliniumoxydspektrum angehören dürfte und aus einer Reihe dicht nebeneinander liegender und verschwommener Streifen besteht. Bemerkenswerte Komponenten des Bandenspektrums des Gadoliniumoxyds sind nach unseren Messungen folgende: 6352, 6335, 6327, 6305, 6284, 6262, 6242, 6222, 6201 (Hauptkante), 6184, 6157, 6133, 6115, 6099, 6082, 6062, 6051, 6027, 6004, 5990, 5974, 5944, 5911, 5877, 5857, 5844, 5831, 5821, 5807 (Hauptkante), 5791, 5771, 5755, 5747, 5735, 5717, 5702, 5682, 5665.

Erbium.

Das Bogenspektrum des Erbiums wurde mit Erbiumnitrat von Auer von Welsbach hergestellt und ist auf Tafel XIII, Nr. 7 und 8, abgebildet (Gitterspektrum). Das verwendete Präparat enthielt etwas Yttrium und Spuren anderer Edelerden. Das Spektrum zeigt neben zahlreichen zum Teil sehr kräftig hervortretenden Linien einige Banden, die wahrscheinlich dem Erbiumoxyd angehören dürften. Von diesen Banden fällt die eine, deren Hauptkante bei zirka 5454 liegt und das Maximum der Schwärzung bei zirka 553 μμ erkennen läßt, besonders ins Auge. Diese verläuft nach dem roten Ende und es sind die einzelnen Nebenkanten nur zum Teil halbwegs deutlich zu sehen. Eine zweite undeutliche Bande läßt

[1]) Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Doktor G. Urbain, Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1906, Bd. XVIII, S. 384.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

[3]) Zur Spektroskopie der seltenen Erden, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 771.

[4]) Fällt mit einer Kante zusammen.

[5]) Da hier mehrere Linien zusammenfallen, zeigt diese Linie in der Abbildung Nr. 6 auf Tafel XIII die i = 10.

[6]) Diese Linie fällt mit der Calciumlinie zusammen.

[7]) Diese drei Linien fallen scheinbar zu einer Linie (i = 15) zusammen.

[8]) Breite Linie, die von 3842 bis 3845 reicht.

eine Hauptkante bei zirka 5067 erkennen. Das Linienspektrum wurde von uns[1]) von 6865.50 bis 4681.68 genau gemessen. Messungen ab 4679 wurden von Exner und Haschek[2]) durchgeführt. Die Genannten[3]) fanden in den von ihnen untersuchten Materialien eine Anzahl von Linien, welche sowohl im Thulium als auch im Neoholmium und im Erbium, ferner solche Linien, welche im Terbium, Dysprosium, Neoholmium und Erbium sich vorfinden und welche von bisher nicht isolierten Elementen herrühren dürften. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die stärkeren Linien dieses Elementes.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6760.18	2	5757.83	3	4897.08	2 v.	4151.29	10	3741.23	4	3374.32	2	3132.14	4
6601.37	3	5752.72	} 4	4888.98	3	4143.11	8	3740.41	4	3372.92	10	3131.19	3
6583.72	3	5752.29	}	4872.57	} 6	4131.69	3	3738.34	3	3368.21	5	3125.76	2
6492.61	3	5748.85	3	4872.22	}	4100.77	5	3734.65	3	3364.22	6	3122.79	5
6441.61	2	5740.87	2	4860.02	3	4098.28	5	3731.41	4	3361.81	2	3117.02	2
6388.45	3	5739.40	4	4857.60	4	4094.81	6	3729.69	6	3358.29	3	3115.61	} 3
6347.46	2	5727.24	2	4848.97	4	4087.80	10	3725.06	4	3350.42	} 5	3115.17	}
6326.38	2	5719.76	3	4842.20	2	4081.43	8	3719.46	2	3350.21	}	3113.61	3
6309.06[4])	4	5717.74	2	4831.34	4	4059.98	10	3712.52	4	3348.26	} 4	3106.89	3
6299.70	2	5711.14	2	4829.68	2	4055.62	10	3707.78	3	3348.00	}	3099.30	4
6287.11	2	5685.00	2	4828.85	4	4047.09	3	3701.71	} 10	3337.90	5	3093.25	3
6275.20	2	5667.93	2	4820.52	5	4043.15	3	3700.89	}	3333.01	} 5	3084.15	4
6269.10	1	5665.71	} 4	4795.66	4	4020.72	10	3692.85	8	3332.86	}	3082.20	4
6262.81	2	5665.18	}	4762.73	3	4015.77	3	3684.44	} 8	3323.37	5	3073.50	} 7
6231.11	2	5640.59	3	4761.17	} 8	4012.76	3	3684.16	}	3316.51	3	3073.16	}
6221.25	10	5626.78	6	4759.83	}	4009.92	} 20	3669.18	4	3312.60	8	3066.35	3
6170.35	3	5622.26	2	4751.66	5	4009.34	}	3653.02	} 5	3305.22	2	3065.10	} 2
6149.62	3	5612.05	2	4745.43	3	4008.88	}	3652.71	}	3304.09	2	3064.96	}
6125.52	2	5593.66	4	4737.07	3	4008.31	}	3646.09	4	3302.06	2	3036.31	3
6116.26	3	5527.76	3	4731.77	4	3987.79	3	3638.82	3	3291.42	} 4	3031.40	3
6108.63	3	5516.28	2	4729.24	4	3983.30	3	3633.70	8	3291.14	}	3028.36	3
6105.42	2	5504.05	2	4724.68	4	3982.51	3	3619.98	5	3286.88	} 6	3026.02	3
6076.67	3	5497.66	2	4722.88	5	3977.20	3	3617.98	5	3286.29	}	3019.85	2
6067.74	2	5491.92	3	4697.26	3	3974.89	10	3616.75	8	3283.53	3	3017.83	2
6055.10	2	5486.15	4	4691.43	3	3973.78	} 10	3606.20	4	3280.38	} 20	3016.91	3
6045.94	2	5477.64	2	4688.78	3	3973.26	}	3605.05	3	3279.48	}	3002.76	} 7
6022.81	3	5475.35	2	4681.68	3	3969.60	3	3599.99	} 10	3278.32	}	3002.51	}
6016.01	} 3	5468.52	4	4679.21	4	3956.56	3	3599.62	}	3277.83	}	2983.17	3
6015.12	}	5466.66	2	4675.77	6	3938.79	2	3592.18	2	3269.54	4	2975.80	2
6008.99	} 2	5462.63	4	4673.35	4	3937.20	8	3580.65	6	3267.23	} 5	2974.58	2
6008.16	}	5456.81	6	4631.08	4	3932.48	7	3560.05	4	3266.76	}	2972.40	2
6007.06	4	5414.80	2	4611.43	4	3922.05	3	3558.86	3	3259.22	} 10	2968.89	4
5990.16	2	5350.66	3	4606.78	6	3918.67	3	3550.00	} 10	3258.64	}	2964.64	6
5975.73	2	5333.14	2	4563.45	4	3918.18	2	3549.66	}	3249.44	4	2910.49	6
5968.93	2	5277.87	2	4552.31	3	3912.57	3	3548.36	}	3240.64	} 4	2904.59	5
5959.17	2	5273.05	3	4519.61	3	3906.47	15	3539.69	3	3240.36	}	2897.62	} 4
5955.68	3	5256.09	2	4500.93	5	3902.95	4	3526.92	} 6	3238.10	3	2897.08	}
5946.60	2	5246.29	2	4473.69	4	3896.40	10	3526.53	}	3232.18	2	2894.04	2
5937.41	2	5214.53	2	4459.41	3	3892.87	5	3515.06	3	3230.72	8	2859.93	2
5916.67	2	5211.34	2	4426.92	3	3890.77	5	3508.53	3	3227.29	3	2855.50	2
5909.47	3	5206.67	3	4424.70	3	3888.21	4	3499.28	6	3223.47	4	2848.45	2
5906.29	3	5188.99	6	4419.78	6	3883.04 } [5])	6	3486.96	5	3220.90	4	2838.82	2
5902.32	3	5164.95	3	4409.52	6	3880.80 }	6	3471.87	5	3214.57	3	2834.03	2
5881.36	4	5133.95	4	4384.83	5	3830.69	6	3469.90	4	3205.25	3	2820.30	3
5873.76	3	5131.68	3	4303.99	3	3810.50	5	3464.64	5	3200.67	2	2802.96	} 3
5872.59	4	5127.58	3	4301.78	5	3797.25	10	3443.87	} 6	3185.36	3	2802.63	}
5855.55	4	5045.06	2	4299.09	3	3793.10[6])	4	3442.79	}	3183.54	4	2770.13	3
5850.28	4	5044.01	2	4286.72	4	3788.04	} 15	3441.25	}	3181.79	4	2755.73	} 5
5836.04	2	5028.47	4	4276.61	4	3786.99	}	3428.54	3	3172.92	} 5	2755.09	}
5827.04	10	4970.14	3	4252.11	4	3781.19	2	3402.00	} 8	3172.72	}	2750.29	2
5806.37	2	4967.21	3	4230.35	6	3756.19	3	3401.36	}	3160.47	3	2739.37	2
5801.05	4	4951.98	5	4218.59	5	3750.71	3	3397.50	3	3154.42	3	2672.34	2
5784.86	3	4944.58	3	4205.45	3	3747.56	3	3396.22	3	3150.69	5	2670.34	2
5783.03	4	4929.04	2	4190.86	} 8	3745.22	4	3389.88	} 5	3144.41	4	2624.30	2
5770.12	3	4900.26	5	4190.14	}	3745.11	4	3389.73	}	3132.87	5	2587.15	} 2
5763.00	8	4898.27	2	4187.73	6 Tu ?	3742.80	4	3381.50	4	3132.60	5	2586.86	}

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 18. Von 5456.81 bis 4681.68 wurde das Erbiumbogenspektrum von uns gemessen, aber bisher noch nicht veröffentlicht. Die Hauptlinien dieses Bezirkes haben wir in die Tabelle nach diesen Messungen aufgenommen.

2) Wellenlängentabellen, 1904.

3) Zur Spektroskopie der seltenen Erden, Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 771.

4) Von 6760 bis 6309 sind die Linien in der Abbildung auf Tafel XIII, Nr. 7, nicht zu sehen, am Negativ aber deutlich zu konstatieren. Von da ab bis 5881 ist eine Anzahl im Negativ deutlich sichtbarer Linien im Druck ausgeblieben. Wir führen alle diese Linien trotzdem zur Orientierung in unserer Tabelle und haben die Intensitäten dem Negativ entnommen.

5) Bilden scheinbar eine verbreiterte Linie, weil sie in die Kante der Bande fallen.

6) Fällt mit mehreren fremden Linien zu einer starken zusammen.

Samarium.

Das Bogenspektrum des Samariums wurde zwischen Siemenskohleelektroden mit Samariumchlorid erhalten und ist auf Tafel XIII, Nr. 9 und 10 sowie auf Tafel XXI, Nr. 1 (äußerstes Rot), abgebildet. Es ist enorm linienreich. Bei verlängerter Belichtung wachsen so zahlreiche dicht nebeneinander stehende Linien zu, daß sich das Spektrum selbst bei großer Dispersion fast gänzlich zu einem scheinbar kontinuierlichen Spektrum schließt. Die Helligkeit des Samarium-Bogenspektrums ist sehr groß. Die charakteristischen stärkeren Linien liegen bei diesem Spektrum im brechbareren Teile, während sich im roten, gelben und orangen Bezirke neben einigen kräftigen meistens schwache Linien in ziemlicher Anzahl vorfinden (siehe Tafel XXI, Nr. 1). Diese Linien wurden von uns[1]) von 7082.66 bis 5459.79 gemessen. Weitere Messungen wurden im Bezirke von 5836 bis 2529 von Rütten und Morsch[2]) und von 4699 bis 2788 von Exner und Haschek[3]) ausgeführt. Unterhalb dieser Linien sind am Negativ noch Linien bis zirka 2800 zu erkennen, doch sind diese in der Kopie und im Druck ausgeblieben, da sie größtenteils schwach sind. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Wellenlängen der auf unseren Aufnahmen noch deutlich erkennbaren Samarium-Bogenlinien wurden auf Grund der angeführten Messungen eingetragen und die Intensitäten im roten Teile nach Tafel XXI, die übrigen nach Tafel XIII angegeben.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7082.66	4	6204.09	2	5788.54	3	5069.64	4	4499.65	} 6	4305.10	3	4109.55	4
7042.56	4	6192.92	2	5787.24	2	5052.93	4	4499.29		4296.91	4	4107.56	6
7039.51	4	6183.15	2	5779.44	2	5044.45	3	4478.84	4	4292.35	4	4092.42	5
7020.74	5	6160.70	2	5778.51	3	5028.61	2	4473.18	} 8	4286.81	3	4083.73	} 4
6955.59	5	6159.76	2	5773.96	3	4976.12	2	4472.59		4285.66	3	4083.38	
6872.70	3	6149.37	2	5743.27	2	4962.09	3	4471.06		4283.66	} 4	4080.71	2
6864.10	3	6114.88	2	5733.14	3	4948·78	3	4467.52	6	4282.99		4076.80	} 5
6861.39	3	6110.94	3	5706.45	4	4913.43	2	4458.70	7	4282.36		4076.01	
6794.47	3	6091.67	2	5696.98	3	4910.58	3	4454.82	7	4281.17	} 20	4068.47	3
6790.30	3	6084.41	2	5687.96	2	4905.14	2	4452.91	6	4280.94		4066.89	4
6778.88	} 4	6070.32	2	5660.10	4	4884.15	} 6	4445.33	5	4280.48		4064.73	} 8
6778.56		6045.67	} 3	5644.31	3	4883.94		4444.44	5	4280.11		4064.46	
6741.72	4	6045.27		5626.20	3	4844.39	4	4442.46	} 5	4279.85		4063.74	3
6735.02	} 5	6027.75	} 2	5621.98	3	4841.89	4	4441.98		4271.00	2	4059.02	3
6734.30		6027.43		5601.03	3	4816.21	} 5	4434.50	} 10	4266.47	3	4050.78	} 2
6732.08	4	6017.64	} 2	5588.40	2	4816.01		4434.07		4262.83	5	4049.66	
6693.74	3	6017.08		5575.06	2	4791.79	2	4429.83	2	4256.56	6	4047.30 } [4])	3
6679.46	3	6011.53	2	5573.62	2	4786.07	3	4424.52	6	4251.94	3	4046.31	2
6671.78	3	6002.10	2	5550.59	4	4783.31	4	4421.31	} 8	4249.71	2	4045.19	3
6604.81	4	5995.38	2	5549.13	2	4778.05	3	4420.71		4245.34	} 5	4043.06	} 6
6602.05	3	5979.61	2	5516.32	5	4760.48	5	4411.99	} 3	4244.86		4042.87	
6589.95	6	5969.07	2	5512.11	3 v.	4745.86	5	4411.76		4237.82	} 8	4041.82	
6585.46	3	5965.91	3	5498.40	3	4704.57	6	4409.50	3	4236.89		4035.26	2
6569.56	6	5960.32	2	5493.94	5	4677.08	6	4403.27	5	4234.72	5	4023.37	3
6543.06	3	5942.52	2	5485.64	3	4674.77	6	4401.34	2	4229.87	6	4020.13	2
6509.61	3	5939.10	2	5478.49	2	4669.82	} 20	4391.05	7	4225.51	8 + Ca	4019.98	2
6498.89	3	5932.45	3	5466.92	4	4669.56		4378.40	4	4220.81	} 8	4008.24	} 3
6491.14	3	5923.53	2	5453.23	4	4642.42	5	4375.14	3	4220.30		4007.64	
6487.88	2	5921.22	2	5411.59	2	4615.87	} 6	4373.63	3	4210.51	4	4003.60	3
6484.76	3	5919.56	2	5405.43	3	4615.62		4368.20	3	4206.79	} 10	3993.45	4
6472.62	} 4	5912.84	2	5403.89	3	4606.70	3	4363.62	} 20	4206.29		3990.15	6
6471.88		5903.72	} 2	5368.54	4	4604.35	3	4363.08		4203.18	8	3987.57	} 4
6470.70	2	5902.84		5350.78	2	4595.48	5	4362.22		4192.32	} 4	3986.82	
6428.54	2	5899.20	2	5341.45	3	4585.01	4	4361.23		4192.08		3983.29	4
6426.85	4	5897.60	2	5320.75	4	4581.90	4	4360.89		4188.27	4	3979.34	4
6417.79	3	5874.42	2	5283.06	4	4577.88	6	4352.27	4	4183.92	5	3976.57	} 5
6391.05	} 5	5871.33	2	5271.56	6	4566.38	5	4350.63	4	4181.29	4	3976.40	
6390.13		5868.85	} 3	5252.08	4	4554.61	3	4347.97	6	4178.18	2	3971.51	} 5
6368.55	2	5868.02		5200.76	5	4552.83	4	4346.02	4	4169.63	4	3970.66	
6357.50	2	5860.60	3	5175.61	4	4544.12	5	4336.30	3	4155.38	3	3967.84	3
6340.27	3	5848.85	2	5172.92	3	4538.13	5	4334.32	5	4152.35	8	3966.21	3
6327.73	5	5836.57	2	5155.22	3	4536.68	2	4330.18	} 6	4149.98	4	3963.16	3
6307.36	2	5831.88	} 3	5122.33	3	4524.09	} 10	4329.19		4129.86	} 4	3948.26	} 3
6294.93	2	5830.67		5117.36	} 6	4523.23		4323.45	5	4129.39		3947.98	
6267.55	4	5815.08	2	5116.88		4519.81	5	4319.68	} 9	4124.11	3	3943.36	} 3
6256.95	4	5804.02	2	5104.66	3	4515.27	5	4319.11		4122.66	3	3942.01	
6247.06	2	5801.85	} 2	5103.28	3	4512.01	6	4313.90	} 3	4121.51	3	3935.92	3
6237.96	2	5801.43		5100.48	2	4505.21	2 v.	4313.01		4118.71	6	3928.41	5
6207.11	2	5800.71		5071.38	3	4503.55	2	4309.18	8	4114.06	3	3922.54	4

1) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 26.

2) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., III. Bd., 1905, S. 181.

3) Wellenlängentabellen, 1904.

4) Fällt mit der Cyanbande zusammen (i = 10).

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	í
3903.55	4	3787.32	3	3710.44	3	3622.66	2	3389.46	3	3305.31	} 3	3207.30	3
3897.12	5	3781.07	} 3	3708.81	} 3	3621.37	4	3384.79	5	3304.65		3196.29	3
3890.24	2	3780.91		3708.57		3609.63	6	3382.53	5	3301.80	} 3	3193.13	2
3889.35	2	3778.29	} 3	3707.15	} 3	3604.43	6	3371.34	3	3301.10		3187.90	} 4
3885.44	4	3778.02		3706.92		3602.08	2	3369.59	} 5	3298.23	4	3187.12	
3881.50	} 4[1]	3767.92	} 3	3694.14	4	3592.74	6	3369.17		3295.94	} 3	3184.03	3
3880.89		3767.52		3681.87	} 3	3584.40	2	3368.70		3295.57		3170.32	} 3
3875.71	} 2	3764.52	3	3681.12		3583.53	3	3367.40	2	3286.35	} 4	3169.99	
3875.34		3762.76	2	3677.93	2	3568.41	6	3366.01	5	3285.79		3152.21	3
3854.73	} 4	3760.21	3	3676.99	2	3559.24	3	3354.85	} 3	3276.87	3	3140.09	2
3854.35		3759.13	} [2]	3674.20	2	3535.79	2	3354.32		3273.61	3	3136.41	3
3843.94	} 3	3758.61		3670.98	} 5	3532.71	2	3351.01	3	3265.06	3	3102.41	2
3843.67		3757.69		3670.81		3530.74	2	3348.82	2	3262.40	2	3047.05	2
3834.73	} 3	3755.45		3668.07	3	3511.37	2	3344.48	3	3254.50	} 6	3039.23	2
3833.98		3755.03		3663.04	3	3500.68	} 3	3340.71	4	3254.06		2943.75	2
3825.14	4	3747.78	3	3662.41	} 5	3499.98		3328.01	3	3253.52	2	2910.39	2
3824.33	2	3745.71	5	3661.50		3480.70	2	3325.60	2	3250.49	3	2891.45	2
3823.94	2	3744.00	3	3656.36	2	3461.27	2	3325.39	2	3241.28	3	2889.21	2
3812.20	3	3741.43	3	3650.33	} 4	3453.69	2	3323.90	3	3239.77	3	2883.22	2
3810.04	} 2	3739.29[3]	5	3649.67		3440.64	3	3321.31	3	3236.75	3	2881.47	2
3809.88		3731.42	4	3645.51	4	3437.24	2	3320.28	3	3231.64	3	2868.56	3
3805.78	3	3728.62	4	3638.90	3	3419.91	2	3316.71	3	3230.67	3	2866.22	3
3801.04	3	3725.05	3	3635.07	} 4	3418.65	} 4	3312.54	3	3228.90	} 3	2809.54	2
3800.19	2	3722.00	4	3634.43		3418.28		3310.79	3	3228.61		2796.99	2
3799.70	3	3719.04	4	3631.27	} 5	3408.79	4	3307.14	6	3226.97	2	2796.83	2
3797.90	4	3712.91	} [2]	3630.84		3402.60	3	3306.74	2	3216.96	2	2767.94	2
3794.13	3	3711.70		3627.15	3	3396.32	3	3306.48	4	3211.85	3	2529.26	2
3788.30	3	3711.02											

Gallium.

Zur Herstellung des Galliumbogenspektrums wurde Galliumsulfat verwendet. Dieses erwies sich als ein durch Lithium, Calcium, Magnesium, Aluminium und Kupfer verunreinigtes Präparat. Das Bogenspektrum des Galliums, wie es mit Hilfe des Gitterspektrographen erhalten wurde, ist auf Tafel XIII, Nr. 11 und 12, abgebildet. Es zeigt nur wenige kräftig hervortretende Linien, von denen 6413.92, 6396.99, 4172.22 und 4033.18 besonders zu erwähnen sind. Messungen des Galliumbogenspektrums wurden von uns[4]) durchgeführt, wobei nur zwei Linien gefunden wurden. Von diesen Linien führt Lecoq die eine als 6412.4, die zweite Linie 6396.99 wurde von uns gefunden; da sich diese Linie bei keinem anderen der in diesem Atlas enthaltenen Elemente als kräftige Linie findet, scheint sie dem Gallium anzugehören. Sie findet sich nur im Bogenspektrum dieses Elementes. Von Exner und Haschek[5]) liegen Messungen von 4172 bis 2450 vor. In der Tabelle finden sich die für Gallium charakteristischen Linien verzeichnet.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6413.92	6	4033.18	10	2943.77	7	2659.94	2
6396.99	8	3020.61	3	2874.35	5	2500.27	2
4172.22	20	2944.29	3	2719.76	3	2450.18	2

Praseodym.

Das Bogenspektrum des Praseodyms wurde mittels reinem Praseodymchlorid von Auer von Welsbach zwischen Kohleelektroden erhalten und erscheint auf Tafel XIV, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel XXIII, Nr. 11 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXVIII, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Bogenspektrum des Praseodyms ist ein außerordentlich linienreiches Spektrum, von dessen Linien manche so nahe nebeneinander liegen, daß sie bei der relativ geringen Dispersion der verwendeten Apparate sich als einzige Linie oder breite Streifen präsentieren.

Das Praseodymbogenspektrum wurde von uns[6]) im sichtbaren Bezirke von 6830.86 bis 5456.45 gemessen.

[1]) Fällt mit der Cyanbande zusammen (i = 10).

[2]) Erscheint als breiter Streifen.

[3]) Auf diese Linie folgt ein 4 A. E. breiter Streifen.

[4]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 540.

[5]) Wellenlängentabellen, 1904.

[6]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 566.

M. Bertram[1]) führte Messungen dieses Spektrums von 5797 bis 3012 durch, während Exner und Haschek[2]) den Bezirk von 4647 bis 3013 zum Gegenstande einer Untersuchung machten. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Linien geben eine Übersicht über das Bogenspektrum des Praseodyms bis 6828. Die ganz schwachen Linien, die auch auf den Originalaufnahmen undeutlich oder schwach sichtbar waren, wurden in dieses Verzeichnis nicht aufgenommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6827.99	2	6141.73	3	5845.08	4	5610.40	3	5139.69	3	4432.48	2	4214.15	4
6798.92	4	6122.32	2	5841.23	2	5609.20	3	5135.34	4	4429.41	10	4213.75	
6747.38	3	6114.60	3	5835.33	4	5605.87	6	5133.63	4	4424.78	3	4213.43	
6674.08	6	6109.28	2	5831.63	4	5595.12	3	5129.73	5	4421.41	3	4212.02	5
6673.72		6096.47	2	5831.18		5591.70	3	5110.97	8	4419.82	4	4208.47	4
6657.57	4	6087.72	3	5829.06	2	5588.57	3	5110.60		4419.25		4207.97	
6647.38	2	6086.41	5	5823.91	[3])	5582.62	3	5087.30	3	4413.93	5	4206.90	8
6616.92	4	6086.09		5822.79		5580.74	2	5053.58	3	4409.00	7	4201.34	2
6567.04	4	6075.41	2	5820.89		5572.08	4	5045.70	3	4406.01	6	4191.77	6
6564.88	3	6055.33	6	5818.77	3	5565.79	3	5043.99	3	4403.78	6	4189.67	10
6540.74	2	6050.27	5	5815.48	6	5562.30	5	5034.58	3	4403.43		4179.58	10
6519.08	2	6049.52		5810.78	3	5555.74	2	5027.12	3	4400.42	5	4178.81	
6504.37	2	6046.87	3	5801.08	2	5545.21	4	5019.93	3	4400.18		4175.81	6
6500.99	3	6043.12	2	5798.41	2	5538.62	3	5018.77	3	4399.49		4175.46	
6494.98	2	6025.98	4	5793.15	2	5535.42	4	5004.76	2	4396.27	10	4172.43	8
6493.76	2	6020.09	3	5791.57	3	5531.40	4	4976.54	5	4395.96		4171.98	
6491.99	4	6018.05	5	5791.11		5528.15	2	4975.89		4395.17		4169.61	3
6486.84	4	6016.75	4	5789.14	2	5524.35	4	4975.06		4382.58	2	4164.35	10
6478.24	3	6008.79	2	5788.52		5522.82	6	4951.53	4	4371.76	5	4156.68	3
6468.05	2	6006.59	3	5786.41	8	5513.82	3	4940.44	6	4370.97		4154.16	2
6453.71	3	5991.51	3	5785.49		5509.40	6	4939.88		4368.50	8	4148.61	3
6432.17	3	5987.43	3	5779.51	5	5497.44	3	4924.93	5	4359.96	5	4146.70	3
6429.89	3	5986.39	3	5773.33	3	5492.56	3	4914.18	3	4359.27	2	4143.29	10
6413.98	3	5981.43	3	5769.99	3	5491.80	3	4907.15	2	4355.07	4	4141.41	10
6411.51	5	5977.19	2	5769.40		5490.78	3	4896.29	2	4352.01	8	4138.37	2
6410.98	2	5968.50	4	5760.44	3	5487.78	4	4890.44	2	4350.57	4	4133.77	3
6393.39	4	5968.09		5759.64		5485.75	2	4877.98	2	4347.65	5	4132.38	4
6392.30	3	5963.23	2	5756.39	5	5481.98	3	4848.70	2	4344.48	8	4130.92	4
6389.81	3	5962.46	2	5753.36	3	5479.97	4	4823.16	2	4338.85	3	4129.31	3
6378.77	3	5959.51	2	5748.13	4	5475.83	2	4801.31	3	4335.88	2	4118.63	10
6377.85		5956.88	4	5747.38		5470.08	4	4783.59	4	4334.07	10	4114.02	3
6359.27	5	5951.53	4	5746.86		5463.46	2	4758.06	2	4329.57	10	4112.04	3
6357.46	3	5949.94	2	5745.71	2	5460.42	4	4756.20	2	4329.14		4100.90	10
6351.24	4	5947.45	3	5745.15		5458.29	2	4747.08	3	4328.58		4100.36	
6347.40	5	5940.97	2	5739.16	2	5413.52	5	4745.07	4	4323.68	3	4098.56	2
6347.03		5940.15	5	5732.07	4	5413.16		4736.92	4	4305.93	10	4096.98	2
6344.16	3	5930.89	4	5728.58	2	5411.12	5	4734.32	2	4299.08	10	4095.12	3
6322.57	4	5929.69	2	5719.89	5	5381.47	6	4730.81	3	4297.91		4097.00	2
6305.47	3	5924.40	2	5719.29		5352.59	6	4708.15	6	4290.56	2	4092.77	2
6304.25	3	5921.01	4	5716.30	2	5333.08	2	4707.68		4282.59	7	4090.04	2
6302.40	3	5916.02	4	5713.92	2	5331.66	2	4695.93	4	4280.26	8	4087.36	2
6298.22	2	5915.53		5711.80	2	5322.96	10	4672.27	3	4272.42	10	4085.29	2
6289.26	2	5910.25	2	5707.77	6	5321.99	2	4664.85	2	4271.92		4084.88	2
6281.54	5	5908.91	2	5704.55	2	5321.25		4651.70	2	4269.27	2	4083.49	6
6278.92	3	5904.66	3	5696.07	4	5311.29	8	4640.40	3	4263.96	3	4082.05	6
6274.98	2	5903.34	3	5695.64		5298.28	5	4639.74		4262.47	3	4081.17	4
6262.77	3	5894.39	3	5691.20	3	5292.79	4	4628.93	3	4261.96		4079.94	4
6264.76	2	5892.46	4	5688.64	2	5292.28	2	4612.26	2	4254.58	4	4075.02	2
6255.32	3	5884.90	3	5687.44	5	5292.10	2	4570.72	2	4251.64	3	4072.67	2
6244.58	3	5882.48	3	5686.69		5285.74	3	4563.31	4	4250.57		4070.40	3
6241.22	3	5882.26		5682.07	3	5264.04	5	4536.08	5	4247.83	7	4068.95	3
6240.47	2	5879.36	5	5669.75	2	5259.91	6	4534.32	5	4243.70	3	4062.97	10
6237.03	3	5878.29	2	5668.68	6	5253.61	2	4517.76	5	4241.49	10	4062.37	2
6218.34	2	5874.91	3	5661.80	3	5230.03	2	4510.32	7	4241.18		4061.23	2
6212.95	3	5874.04		5660.05	3	5228.12	3	4496.60	10	4240.20		4059.54	2
6201.06	3	5870.92	2	5654.48	3	5220.27	10	4477.44	4	4236.80	5	4058.94	3
6197.71	2	5869.01	4	5639.02	4	5219.21		4468.87	6	4236.37		4058.34	2
6191.72	2	5859.90	6	5636.68	2	5206.71	10	4466.14	2	4233.29	4	4056.69	6
6182.57	3	5858.82		5623.26	5	5196.24	10	4458.50	2	4225.50	8	4055.02	6
6166.13	6	5857.14	6	5620.42	3	5191.42	3	4454.89	5	4223.14	8	4052.73	2
6165.55		5856.29		5617.80	3	5174.09	10	4454.56		4219.83	3	4051.31	3
6161.41	6	5850.84	3	5614.91	2	5162.51	4	4450.03	5	4218.00	3	4048.32	2
6148.48	3	5847.29	3	5612.23	3	5161.93		4438.33	2	4216.15	2	4047.25	2

[1]) Die Bogenspektren von Neodym und Praseodym, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 16.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

[3]) Diese Linien fallen mit einigen schwächeren Linien zu einem Streifen zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4046.78	2	4020.00	2	3966.71	3	3898.97	2	3823.32	2	3739.34	3	3600.90	2
4044.97	6	4016.89	3	3965.40 [3]	5	3897.39	2	3821.95	2	3736.63	2	3584.40	3
4039.51	} 10	4014.48	} 3 [1]	3964.97	7	3889.47	4	3818.43	4	3734.55	4	3499.68	} 3
4039.11	}	4013.58	}	3964.41	4	3885.32	3	3818.02	} 2	3714.19	2	3499.22	}
4038.62	}	4010.79	2	3962.59	2	3880.61	3	3817.78	}	3711.22	2	3487.72	2
4038.34	}	4008.87	8	3956.90	2	3879.35	2	3816.21	8	3706.91	2	3473.99	2
4034.46	} 5	4004.89	5	3953.67	6	3877.34	8	3811.90	2	3689.86	2	3430.42	2
4034.00	}	4001.09 [2]	2	3949.58	6	3876.32	3	3809.31	2	3687.34	} 6	3394.75	3
4033.12	2	4000.62	2	3947.78	7	3867.68	2	3804.90	3	3687.19	}	3355.81	2
4032.65	2	4000.34	4	3935.98	2	3865.57	2	3800.45	5	3668.98	3	3350.39	2
4031.91	5	3999.32	4	3933.12	2	3853.60 [2]	2	3792.67	3	3661.77	2	3219.66	2
4031.24	2	3998.13	} 4	3929.40	4	3852.95	3	3787.04	2	3660.52	2	3196.15	2
4029.86	} 3	3997.21	}	3925.60	4	3851.74	5	3780.63	} 3	3646.45	} 7	3172.40	3
4029.19	}	3994.96	10	3920.67	2	3850.97	4	3780.40	}	3645.81	}	3168.34	3
4026.99	2	3992.33	2	3918.99 [1]	6	3846.71	3	3769.08	2	3641.76	2	3163.83	3
4025.69	} 3	3989.85	8	3913.68 [1]	2	3844.69	2	3762.48	5	3635.45	2	3121.70	2
4025.34	}	3982.21	6	3913.04	3	3842.49	2	3760.21	2	3631.13	3	3111.45	1
4022.90	} 3	3972.29	4	3908.57	} 10	3841.14	2	3759.76	2	3612.10	2	3105.51	2
4022.36	}	3871.84	} 5	3908.18	}	3838.43	2	3751.15	2	3605.21	2	3082.24	2
4021.15	3	3971.30	}	3902.60	2	3830.85	4						

Neodym.

Das Bogenspektrum des Neodyms wurde mittels reinem Neodymchlorid von Auer von Welsbach zwischen Siemenskohleelektroden erhalten und auf Tafel XIV, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), Tafel XXIII, Nr. 12 (Glasprismenspektrum) und Tafel XXVIII, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es läßt außer dem Linienspektrum einige nicht besonders scharf hervortretende, nach dem weniger brechbaren Ende des Spektrums abschattierte Banden im Rot erkennen. Das Linienspektrum ist außerordentlich reich an Linien, so daß in den Abbildungen des blauen und violetten Teiles häufig drei, vier und mehr Linien als eine einzige Linie oder als breiter Streifen erscheinen und daß es nicht möglich ist, bei der kleinen Dispersion der benützten Apparate in diesen Bezirken diese Linien zu trennen. In der Tabelle sind daher auch nicht alle starken Linien angeführt, sondern nur jene, welche in den Abbildungen deutlich identifiziert werden können.

Messungen des Neodymbogenspektrums wurden im Bezirke 6941.63 bis 5473.26 von uns durchgeführt[4]). Weiters liegen Messungen von Max Bertram[5]) von 5804 bis 2933 vor. Exner und Haschek[6]) untersuchten gleichfalls den brechbareren Teil dieses Spektrums, u. zw. erstreckten sich ihre Messungen auf den Bezirk von 4649 bis 2962. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die gemessenen stärkeren, in den Abbildungen des Neodymbogenspektrums ersichtlichen Linien.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6900.63	2	6433.45	2	6308.56	2	6226.74	3	6071.93	2	5949.85	2	5878.10	3
6846.96	2	6432.93	3	6302.23	2	6223.58	5	6066.29	4	5943.48	3	5876.71	2
6804.27	2	6428.91	3	6298.72	3	6216.90	2	6034.43	} 5*	5935.03	3	5869.14	3
6790.79	2	6426.03	3	6297.35	2	6208.41	3	6033.49	}	5923.00	2	5867.29	2
6740.31	3	6414.53	3	6293.10	3	6201.92	2	6031.51	3	5921.46	3	5865.27	2
6738.03	2	6403.46	3	6286.04	4	6184.06	3	6025.76	2	5914.62	3	5859.14	3
6650.73	4	6390.20	4	6282.39	3	6178.78	4	6023.63	2	5910.12	4	5842.59	5
6638.17	4	6385.34	6	6277.52	2	6170.68	3	6007.88	4	5906.92	5	5826.90	2
6630.34	4	6382.29	4	6269.62	2	6161.57	3	6002.69	3	5900.65	2	5826.03	3
6618.75	2	6376.15	2	6263.40	2	6156.39	2	5996.43	2	5899.76	2	5824.06	2
6581.07	3	6365.76	2	6258.95	3	6155.28	3	5994.99	3	5891.74	3	5823.50	3
6500.41	3	6362.29	2	6257.69	4	6149.47	3	5989.48	3	5890.68	2+Na	5814.08	3
6492.57	3	6361.66	2	6250.65	2	6133.77	3	5988.35	2	5888.12	3	5811.77	4
6485.92	5	6341.69	4	6248.57	2	6108.66	3	5977.69	2	5886.48	3	5809.46	3
6480.44	3	6313.52	2	6244.25	3	6100.25	2	5961.36	2	5883.54	} 3	5804.20	6
6463.78	2	6310.79	5	6238.68	2	6074.18	3	5956.05	3	5883.03	}	5800.26	2

1) Diese Linien fallen mit einigen schwächeren Linien zu einem Streifen zusammen.

2) Erscheinen in der Abbildung auf Tafel XIV als eine einzige Linie.

3) Fällt mit noch einigen schwachen Linien in der Abbildung auf Tafel XIV zu einem verwaschenen Band zusammen.

4) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 554.

5) Die Bogenspektren von Neodym und Praseodym, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 16.

6) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5795.36	2	5534.02	2	4779.63	2	4427.00	2	4228.36	2	4055.01	2	3920.06	3
5788.43	2	5528.56	2	4777.89	3	4420.69	3	4228.16 [1]	2	4051.28	5	3912.39	3
5785.16	3	5525.94	2	4764.04	3	4417.07	3	4227.89	4	4049.61	1	3911.32	5
5776.31	3	5524.08	2	4724.53	2	4414.61	3	4225.01	2	4048.95	3	3908.01	4
5770.68	3	5520.88	2	4715.76	2	4412.44 [1]	4	4223.37	2	4044.49	2	3906.06	6
5770.05	2	5508.59	3	4709.89	3	4411.24	6	4221.29	5	4043.74	3	3902.03	5
5767.55	2	5501.75	2	4706.72	4	4410.40	2	4220.42		4043.19	3	3900.39	5
5764.40	2	5494.24	3	4703.74	2	4407.26	3	4214.77	4	4041.21	3	3894.80	3
5761.89	3	5485.89	7	4683.62	3	4401.02	6	4214.40		4040.93	5	3892.22	3
5760.18	2	5485.21		4680.91	2	4391.29	6	4211.45	4	4038.27	3	3891.68	3
5753.74	3	5478.79	3	4670.74	3	4390.86		4205.77	6[1]	4033.65	3	3891.11	5
5749.84	2	5474.90	3	4649.83	2	4385.87	8	4205.43		4031.95	5	3890.75	4
5749.37 [1]	4	5473.26	3	4646.57	2	4375.18	6	4195.19	6	4030.65	4	3890.40 [6]	3
5748.39	3	5451.33	4	4645.94	4	4372.42	2	4185.15	5	4024.94	3	3890.10	5
5745.00	3	5449.46	3	4641.26	2	4368.85	5	4182.68	3	4023.16	5	3889.84	2
5744.36	2	5442.49	4	4638.87	2	4366.56	5	4182.45		4021.91	6	3888.04	3
5743.38	3	5431.75	5	4634.40	5	4364.35	2	4179.74	5	4021.47 [1]	6	3880.90	5
5742.99 [2]	2	5421.78	2	4622.11	3	4362.07	3	4178.71 [4]	8	4021.03	4	3880.55	
5742.33	3	5416.60	2	4603.97	2	4361.62		4177.49	8	4018.99	3	3879.77	4
5741.09	4	5386.09	3	4597.19	3	4361.03		4175.77	6	4013.39	4	3879.41	2
5740.19	4	5372.12	3	4594.62	3	4359.44	3	4173.53	3	4012.87	4	3877.62	4
5739.08	2	5361.66	5	4586.79	3	4358.90 [1]	3	4170.92	4	4012.44	8	3876.02	4
5734.74	3	5357.15	4	4579.49	7	4358.37	8	4170.63		4011.25	4	3870.26	2
5734.47		5336.71	2	4579.07		4356.22	2	4168.92	3	4010.63	3	3869.20	3
5731.32	3	5320.00	7	4567.79	2	4351.44	8	4168.16		4007.62	4	3866.94	5
5729.49	4	5311.61	3	4563.40	4	4350.39	2	4165.21	3	4004.44	6	3866.65	
5727.05	4	5293.32	7	4561.35	3	4349.26	2	4160.74	4	4004.18		3866.11	
5719.28	3	5277.01	3	4559.84	2	4342.27	3	4156.34	10	4000.68	4	3863.52	10
5718.30	4	5273.57	4	4556.91	5	4338.89	8	4151.85	3	3998.84	3	3851.88	8
5710.46	3	5255.65	4	4556.31		4328.13	6	4146.31	4	3998.32	2	3848.69	10
5708.44	5	5249.73	8	4555.31	2	4325.95	10	4144.72	3	3998.08	4	3848.43	
5706.39	4	5239.94	2	4542.76 [3]	5	4314.66	8	4136.91	4	3995.39	2	3842.10	3
5702.41	4	5234.34	4	4541.45	5	4311.41	4	4135.48	8	3994.84	5	3839.65	2
5701.77		5212.52	3	4530.50	3	4310.69		4134.88	4	3992.73	3	3839.14	4
5688.71	7	5200.28	2	4530.11		4309.73	2	4133.53	6	3992.37	2	3836.68	3
5676.55	6	5192.79	10	4523.75	3	4306.94	2	4132.72	3	3991.91	5	3829.30	3
5676.13		5179.94	3	4523.01		4305.64	2	4124.05	5	3990.27	7	3828.99	
5669.95	5	5165.30	2	4516.81	1	4304.63	5	4120.83	3	3986.40	4	3826.57	3
5669.11		5132.52	2	4516.52	4	4304.09	1	4116.94	4	3982.51	4	3822.61	2
5659.99	2	5130.78	3	4513.51	3	4303.77	10	4116.50	2	3981.38	3	3819.86	2
5653.83	3	5123.95	5	4506.76	3	4297.97	4	4114.01	5	3979.64	6	3814.87	3
5648.21	2	5092.98	4	4502.00	5	4297.51	2	4110.64	6	3977.00	5	3811.91	4
5639.75	3	5090.01	2	4498.09	3	4291.10	4	4109.64 [1]	8	3973.80	8	3811.20	
5635.98	3	5076.76	3	4497.46	2	4284.65	6	4109.27	8	3973.43		3810.63	
5625.95	3	4990.10	3	4493.59	3	4282.66	8	4108.14	4	3969.03	3	3807.34	3
5620.85	7	4959.27	2	4486.12	2	4275.89	3	4106.77	3	3964.06 [1]	4	3805.69	6
5617.96	3	4924.68	2	4481.14	3	4275.24		4100.42	2	3963.26	6	3805.51	
5614.56	3	4914.54	2	4478.03	3	4272.93	3	4099.11	2	3962.35	4	3795.59	3
5603.87	3	4902.20	3	4477.62	3	4270.74	3	4098.36	4	3958.15	4	3791.64	2
5602.90 [2]	3	4902.02		4475.72	3	4266.88	4	4096.31	4	3957.61	2	3784.93	10[1]
5602.15	2	4897.10	2	4471.58	5	4264.07	5	4095.60	6	3953.66	5	3784.39	
5601.71	3	4889.28	2	4471.14		4263.59		4094.80		3953.01	3	3783.97	
5594.65	6	4883.99	3	4469.44	4	4262.40	5	4089.85	3	3952.33 [1]	5	3781.46	3
5589.13	3	4859.21	3	4468.01	2	4262.00		4086.01	4	3951.29	8	3779.61	3
5581.80	2	4836.15	2	4465.77	5	4256.99	2	4082.72	3	3941.66	6	3775.63	6
5578.85[3]	2	4832.44	2	4465.24		4256.61 [1]	1	4080.39	4	3939.67 [1]	2	3769.79	3
5577.95	3	4825.65	3	4463.18 [1]	8	4256.36	2	4077.79	3	3939.02	4	3763.63	3
5576.91	2	4820.51	2	4462.60	2	4253.01	2	4075.36 [1]	8	3936.28	3	3759.93	4
5575.71	3	4811.52	3	4456.59	4	4252.62	6	4074.58	2	3934.97	4	3759.09	2
5561.39	3	4799.59	2	4452.18	4	4247.54	8	4069.42	5	3934.24	2	3752.84	5
5557.64	2	4797.33	3	4451.76	8	4240.02	5	4069.04	1	3929.40	4	3752.64	
5548.92	3	4789.60	3	4446.58	8	4235.40	7	4061.22[5]	10	3927.26	4	3750.44	3
5543.47	2	4786.27	2	4439.19	3	4234.37		4060.10	4	3924.65	2	3750.05	
5535.53	2	4783.99	3	4432.45	2	4232.55	5	4056.99	3	3921.11	5	3749.24	

[1]) Fallen in der Abbildung auf Tafel XIV zu einer einzigen Linie zusammen.

[2]) In der Abbildung auf Tafel XIV ein einziges zusammenfließendes Band.

[3]) Diese Linie fällt in der Abbildung auf Tafel XIV mit einigen anderen zusammen.

[4]) Bilden in der Abbildung ein breites hervortretendes Bündel, in dem die einzelnen Linien schwer herauszufinden sind.

[5]) Fällt mit noch zwei zwischenliegenden schwachen Linien zu einer sehr starken Linie zusammen.

[6]) Diese Linien fallen in der Abbildung auf Tafel XIV zu einem breiten Streifen zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3741.58	3	3686.98	2	3635.01	3	3560.89	4	3388.17	2	3326.03	2	3259.36	2
3738.20	4	3685.94	4	3634.44		3555.91	3	3386.65	2	3316.14	2	3254.20	2
3737.85	4	3673.68	3	3630.08	3	3543.48	3	3365.06	3	3313.29	2	3217.24	2
3735.74	3	3672.50	2	3624.79	2	3541.75	2	3359.90	2	3312.89	2	3203.58	2
3730.75	3	3665.36	4	3619.89	2	3533.73	2	3356.04	3	3311.04	2	3162.74	2
3728.30	3	3662.40	3	3615.98	3	3527.67	2	3353.72	3	3310.51		3135.01	2
3723.68	3	3653.29	3	3609.94	3	3518.15	2	3348.27		3300.29	3	3133.72	2
3721.49	2	3651.68	2	3601.06	2	3510.84	2	3348.02	3	3285.22	2	3124.69	2
3716.67		3650.56	2	3595.55	2	3471.01	3	3347.69		3275.34	3	3115.29	3
3715.56		3649.61	2	3592.74	3	3468.56	3	3339.19	3	3273.30	2	3093.03	3
3715.22	20[1]	3645.94	2	3588.41	1	3429.06	2	3334.59	2	3267.37	2	3056.82	2
3714.97		3637.93		3587.65	4	3425.35	2	3331.70	2	3265.25	2	3018.46	2
3714.37		3637.37	3	3569.03	4	3410.38	3	3328.40	3	3260.78	2	3014.29	2
3697.70	3	3637.14											

Vanadium.

Das Spektrum des Vanadiums wurde mittels Vanadinsäure zwischen Kohleelektroden erhalten und ist auf Tafel XIV, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), Tafel XXIV, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXVIII, Nr. 12 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Dieses sehr linienreiche Spektrum zeigt eine Anzahl sehr kräftig hervortretender Linien. Das Spektrum wurde von uns[2]) im Bezirke 6324.01 bis 5458.39 gemessen.

Weitere Messungen liegen von A. H. Rowland und C. N. Harrison[3]) (5786 bis 3094), B. Hasselberg[4]) (5850 bis 3486), H. Shaw[5]) (7364 bis 5800) und von Exner und Haschek[6]) (4699 bis 2311) vor.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten stärkeren Linien im Bogenspektrum des Vanadiums ist in der folgenden Tabelle enthalten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6872.00		6296.69	7	6081.70	7	5750.89	2	5561.92	3	5225.92	3	4864.94	6
6871.35		6295.40	3	6067.51	2	5749.14	4	5559.00	3	5216.77	3	4862.80	3
6842.36	[7])	6293.07	7	6058.34	5	5747.96	2	5548.39	3	5207.84	2	4851.69	8
6840.07		6285.40	6	6039.94	8	5743.68	4	5547.32	5	5195.56	2	4833.21	3
6832.92		6282.55	2	6025.64	2	5737.30	5	5546.18	3	5195.02	5	4832.62	5
6812.86	3	6274.85	6	6016.39	2	5734.26		5534.07	3	5193.80	1	4831.84	7
6785.45	5	6269.06	6	6002.86	5	5733.62	6	5511.40	2	5193.18	6	4830.88	3
6766.93	6	6266.55	5	6002.58		5733.32		5507.94	5	5176.96	4	4827.64	8
6753.45	6	6261.47	3	5981.02	2	5731.49	6	5505.09	3	5159.52	3	4819.23	2
6625.30	7	6258.79	4	5979.20	3	5727.91	10	5490.19	2	5148.89	4	4807.74	6
6608.33	2	6257.11	4	5924.82	4	5727.29	5	5488.22	5	5139.70	2	4799.97	3
6606.45	8	6252.04	6	5850.59	2	5725.89	3	5487.46	2	5138.60	4	4797.12	6
6566.38	3	6243.27	10	5846.56	6	5716.48	2	5471.55	4	5128.71	6	4786.71	7
6558.53	3	6240.33	3	5839.35	4	5709.20	2	5458.39	2	5105.32	2	4784.66	2
6544.01	3	6236.50	2	5830.98	6	5707.24	7	5434.41	4	5064.30	2	4776.64	7
6531.91	8	6233.37	7	5823.36	2	5703.83	7	5418.32	2	5014.81	4	4776.54	
6504.65	6	6230.97	7	5817.80	8	5698.76	7	5415.48	6	5002.51	3	4766.84	6
6452.56	6	6224.68	6	5817.33		5683.45	3	5402.15	5	4933.79	2	4758.94	4
6433.44	2	6218.56	2	5807.41	5	5671.09	6	5388.53	2	4925.84	4	4757.69	3
6431.90	2	6216.54	5	5800.18	4	5668.62	6	5385.39	3	4905.05	5	4754.13	3
6430.75	6	6214.07	5	5788.80	3	5657.70	6	5383.65	3	4904.58		4751.76	
6393.56	3	6199.39	7	5786.41	3	5646.35	5	5353.62	5	4900.82	3	4751.46	5
6379.58	3	6189.59	3	5784.65	2	5627.88	7	5330.62	2	4894.40	2	4751.21	
6361.51	3	6170.57	6	5783.76	2	5626.27	4	5329.49	2	4891.77	4	4748.72	2
6357.53	3	6150.36	6	5782.85	2	5624.86	5	5271.12	2	4891.41		4747.31	2
6349.68	5	6135.52	6	5781.18	2	5624.44	2	5266.3	2	4886.99	2	4746.83	3
6339.32	5	6128.52	3	5776.93	3	5605.19	5	5261.15	2	4885.83	2	4742.82	4
6327.05	5	6119.73	6	5772.66	4	5601.63	2	5241.06	6	4881.75	8	4732.11	
6321.47	2	6111.87	6	5770.88	3	5592.67	5	5240.36		4880.75	5	4731.75	[8])
6311.67	4	6107.20	3	5761.70	3	5586.25	2	5234.25	6	4875.67	8	4731.44	
6304.53	2	6090.45	10	5753.00	2	5584.75	5	5233.90	2	4871.45	2	4730.57	

[1]) Diese Linien fallen in der Abbildung auf Tafel XIV zu einem breiten Streifen zusammen.

[2]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien Band CXIX, Abt. IIa, 1910, Seite 602.

[3]) Astrophysic. Journal, Bd. VII, 1908, S. 273.

[4]) Astrophysic. Journal, Bd. X, 1899, S. 343 und Bd. XI, S. 48.

[5]) Astrophysic. Journal, Bd. XXX, 1909, S. 127.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

[7]) Diese von Shaw gemessenen Linien sind wohl am Negativ, aber nicht in der Abbildung zu sehen, da die Rotempfindlichkeit der von uns benützten Platten in diesem Bezirk bereits ziemlich gering war.

[8]) Erscheinen als verwaschene breite Linie.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4723.63	} 5	4437.06 } 2)	1	4234.70 } 2)	3	3952.13	2	3722.35		3402.73	3	3082.20	3
4723.05		4436.30	1	4234.19	4	3943.80	4	3722.14	} 4	3400.55	2	3076.05	2
4721.70	3	4434.73	5	4233.15	4	3931.50	3	3721.55		3397.97	} 2	3075.40	2
4717.87 } 1)	5	4430.71 }	2	4232.66	4	3928.09	3	3715.61	3	3397.70		3073.92	3
4716.37	3	4429.98	5	4229.86	2	3924.83	3	3705.20 } 6)	4	3390.91	2	3069.87	2
4716.08	3	4428.70	5	4227.90 4)	2	3922.61	} 4	3704.85	4	3384.71	3	3066.50	5
4715.65	3	4427.48	3	4224.28	3	3922.09		3704.16	1	3377.75	} 3	3063.84	} 2
4710.75	6	4426.20	4	4218.88	2	3920.64	2	3703.73	15	3377.51		3063.37	
4707.63	} 10	4424.75	2	4210.03	5	3912.37	3	3696.03	} 10	3371.27	3	3060.57	2
4706.76		4423.39	6	4200.35	2	3910.03	5	3695.50		3367.02	3	3056.48	2
4699.51	2	4421.79	6	4198.80	} 4	3906.90	3	3692.40	7	3363.70	2	3053.49	2
4687.09	3	4420.12	2	4197.86		3903.38		3690.49	7	3356.50	2	3051.00	2
4670.69	6	4416.80	} 6	4191.71	} 3	3902.68	} 6	3688.23	} 10	3330.01	3	3045.05	3
4646.59	5	4416.63		4190.03		3902.41		3687.63		3321.80	3	3043.63	} 3
4640.92	} 6	4412.33	3	4182.81	3	3898.41	} 3	3683.30	6	3320.30	2	3043.20	
4640.23		4408.70 } 3)	15	4179.61	4	3898.08		3680.25	6	3309.30	2	3038.88	2
4635.33	5	4408.35	3	4177.26	2	3896.31	2	3676.84	3	3298.28	3	3033.92	} 3
4626.63	3	4407.80	8	4174.20	2	3894.20	3	3675.89	3	3289.51	2	3033.55	
4624.57	3	4406.88	8	4171.49	2	3893.03	4	3673.57	4	3284.47	3	3016.86	} 2
4619.90	6	4406.30	3	4169.45	3	3890.39	4	3672.55	3	3279.97	2	3016.29	
4606.33	5	4400.78	10	4159.85	3	3886.74	} 3	3671.37	2	3276.23	3	3001.30	2
4594.36	10	4395.45	10	4134.65	10	3886.41		3667.89	10	3271.80	} 3	2995.70	2
4591.43	3	4390.19	10	4132.15	10	3884.60	} 3 5)	3665.28	2	3271.53		2977.62	2
4586.59 }	10	4384.91 }	15	4129.01	2	3884.06		3663.71	3	3267.83	4	2976.63	} 3
4586.11	2	4384.36	2	4128.30	10	3875.55	} 5	3656.81	2	3263.39	3	2976.29	
4580.62 }	8	4379.41	15	4124.24		3875.22		3649.08	4	3250.90	2	2968.50	3
4579.29	2	4368.79	} 6	4123.71	} 10	3865.05	3	3644.87	2	3249.69	2	2962.90	} 2
4578.90	4	4368.23		4123.34		3862.40	2	3641.24	2	3248.81	2	2962.19	
4577.38	8	4364.39	2	4119.62	3	3859.50	2	3639.16	2	3243.42	2	2957.62	2
4572.01	4	4356.12	3	4116.73	5	3856.08		3606.85	2	3238.00	2	2955.91	2
4560.95	4	4353.08	8	4115.36	6	3855.98	} 5	3592.70	2	3233.68	} 3	2954.45	2
4553.25	3	4343.00	} 3	4111.98	10	3855.50		3589.89	3	3233.33		2952.21	2
4549.80	3	4342.37		4109.98	7	3849.43	3	3583.85	} 4	3226.23	} 3	2950.46	2
4545.59	6	4341.21	8	4105.37	10	3847.49	3	3582.97		3226.02		2949.73	} 2
4540.19	2	4333.03	7	4102.37	4	3844.58	3	3573.65	2	3217.20	3	2949.26	
4537.84	2	4330.26	7	4099.99	10	3840.85		3571.80		3215.47	2	2946.65	2
4530.99	2	4318.86	3	4095.69	6	3840.55	} 5	3571.36	} 5	3212.57	3	von2944.70	} 6)
4529.80	} 5	4315.02	2	4092.89	10	3840.25		3571.16		3207.51	} 4	bis 2941.54	
4529.47		4314.06	2	4090.80	8	3828.70	4	3556.96		3207.01		2937.84	2
4528.18	3	4309.99	4	4083.09	3	von 3824.14	} 6)	3556.40	} 6	3205.69	} 4	2935.96	2
4525.34	} 5	4307.36 }	4	4072.31		bis 3821.65		3555.87		3205.36		2934.92	} 2
4524.41		4306.40	3	4071.68	} 5	3818.41	3	3555.31		3202.51	5	2934.50	
4514.39	2	4305.61	2	4070.93		3815.66	2	3545.49	} 5	3198.13	5	2930.97	3
4506.34	2	4303.68	3	4068.15	} 2	3813.63	4	3545.32		3194.07	2	2924.72	} 6
4502.18	4	4298.19	} 3	4067.89		von 3809.74	} 6)	3533.87	5	3190.80	4	2924.12	
4497.85		4297.82		4064.13	5	bis 3806.59		3530.91	3	3188.60		2920.51	} 3
4497.55	} 5	4296.29	4	4057.26	3	3803.93	} 5	3529.89	4	3188.21	} 5	2920.09	
4496.25		4292.00	} 4	4051.58	} 6	3803.60		3517.44	3	3187.81		2915.05	3
4491.00	2	4291.47		4051.12		3800.10	3	3505.84	3	3185.51	10	2911.20 } 7)	2
4489.09	5	4287.95	2	4048.76	2	3795.12	7	3498.34	2	3184.11	} 10	2910.52	2
4480.21	2	4284.25	6	4035.76	2	3790.62	} 4	3493.32	3	3183.53		2910.14	2
4474.93	} 7	4277.13	5	4032.64	} 3	3790.47		3489.58	3	3170.47	3	2908.94	3
4474.26		4271.69	5	4032.02		3787.68	} 3	3486.05	2	3145.45	3	2907.58	2
4469.91	5	4270.48	} 2	4023.54	} 3	3787.30		3463.53	2	3142.58	2	2906.59	2
4468.96	} 3	4269.90		4023.32		3778.82	3	3457.04	2	3136.61	2	2906.25	2
4468.20		4268.81	7	4005.88	3	3772.87	} 3	3455.02	2	3133.44	3	2904.25	
4462.59	4	4265.28	2	3998.91	5	3772.29		3445.93	2	3132.70	2	2903.81	} 4
4460.58	} 10	4262.29	2	3992.98	4	3763.29	3	3442.45	} 6	3130.39	3	2903.20	
4459.99		4261.34	2	3990.77	6	3751.95	3	3442.14		3126.32	4	2899.71	} 2
4457.67	6	4259.46	2	3984.76	} 2	3746.00	4	3425.20	3	3125.41	4	2899.30	
4452.23	6	4257.51	2	3984.50		3739.93	2	3417.17	4	3121.29	3	2896.33	2
4444.40	8	4241.48	2	3979.56	} 2	3732.90	3	3406.96	} 3	3118.51	3	2893.45	
4441.89	8	4240.52	2	3979.30		3727.48	2	3406.82		3110.83	4	2892.78	} 5
4438.01 } 2)	10	4240.25	2	3973.80	} 2	3723.47	3	3405.30	2	3102.41	4	2892.55	
4437.56	1	4235.91	3	3973.53		3722.75	4	3403.51	3	3093.26	5	2891.76	

1) Bilden in der Abbildung scheinbar ein Band.

2) Diese Linien stellen in der Abbildung einen breiten Streifen dar, dessen einzelne Linien sich nicht scharf von einander trennen.

3) Erscheinen in der Abbildung als breites Band.

4) Fällt mit der Calciumhauptlinie 4227 zu einer starken Linie zusammen.

5) Fallen mit der Kante 3883.55 der Cyanbande zusammen.

6) Bündel aus vielen Linien; erscheint als verwaschener Streifen.

7) Bilden in der Abbildung einen breiten Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2889.73	2	2855.32	2	2733.44	2	2701.35	2	2682.99	3	2647.80	2	2564.93	2
2884.90	2	2853.93	2	2731.43	2	2697.81	2	2679.40	5	2645.33	2	2564.38	
2882.62	2	2852.99	2	2728.69	2	2697.09		2678.91		2643.23	2	2562.25	2
2880.15	2	2851.90	2	2722.64	2	2690.90	3	2678.65		2642.34	2	2552.72	2
2870.68	2	2849.25	2	2715.75	2	2690.37		2677.87		2611.35	2	2546.02	2
2866.71	2	2848.85	2	2706.73	3	2689.99		2672.09	2	2611.00		2530.27	2
2866.52		2777.80	2	2706.21		2688.80	4	2661.49	2	2577.37	2	2526.30	2
2864.49	2	2776.57	2	2702.24	2	2688.05		2656.26	2	2574.14	2	2519.69	2
2860.10	2	2734.00	2	2701.61	2	2683.20	3	2651.96	2	2568.46	2	2507.94	2

Niobium.

Das Bogenspektrum des Niobiums, welches auf Tafel XIV, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXIV, Nr. 2 (Glasprismenspektrum) und XXIX, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet erscheint, wurde im elektrischen Flammenbogen mit Niobsäure zwischen Siemenskohleelektroden erhalten. Das verwendete Material war stark titanhältig. Das Spektrum läßt im roten, gelben, gelbgrünen und blauen Teile zahlreiche unter Umständen sehr kräftige Linien hervortreten. Im Violett und Ultraviolett wächst die Zahl der Linien so stark, daß bei der relativ kleinen Dispersion des Gitters häufig mehrere Linien zu einer einzigen zusammenfallen (siehe Tafel XIV, Nr. 8). Man kann ferner das Auftreten deutlich markierter Banden, beziehungsweise deren Kanten beobachten. Wir haben solche Kanten bei 6737.40, 6591.23, 6576.12, 6575.83, 6499.80, 6494.97, 6484.50, 6474.14; 6268.97, 6228.43; 6120.13 gemessen. Bei 310 und 290 μμ erkennt man ganz verschwommen angedeutete Banden, welche wahrscheinlich wie die gemessenen der Niobsäure angehören dürften und welche fast alle nach dem weniger brechbaren Ende des Spektrums verlaufen. Messungen der Linien und Kanten des Niobbogenspektrums wurden von uns[1]) im Bezirke von 7046.99 bis 4638.29 durchgeführt, ferner hat solche Messungen Hildebrand[2]) von 6000 bis 2600 vorgenommen, welche Messungen nur auf 0·1 Angströmsche Einheiten genau sind. Exner und Haschek[3]) untersuchten den brechbareren Teil im Bezirke von 4697 bis 2376. Die stärkeren Linien des Niobs, wie sie sich aus den Abbildungen konstatieren lassen, sind in der folgenden Tabelle angeführt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7046.99	2	5928.44	2	5698.16	2	5437.50	8	5219.28	3	4989.22	4	4697.70	3
6828.37	3	5927.60	2	5693.24	2	5431.46	3	5204.29	2	4973.42	3	4685.33	5
6740.19	3	5904.00	3	5677.63	2	5422.63	3	5203.39	2	4968.06	2	4675.58	7
6723.89	5	5900.77	8	5672.13	4	5416.47	2	5196.01	4	4965.70	2	4672.33	8
6701.47	3	5893.59	3	5671.29	6	5411.37	2	5193.3	6	4941.73	2	4667.50	10
6677.57	6	5877.94	4	5665.78	8	5396.57	5	5189.39	5	4929.20	2	4666.43	4
6661.12	7	5876.51	3	5664.96	8	5396.04		5187.17	4	4925.02	2	4664.05	8
6616.91	2	5874.84	4	5645.51	2	5388.49	2	5180.47	6	4916.60	2	4649.16	8
6614.35	2	5866.61	7	5642.33	7	5380.91	3	5174.5	2	4911.30	2	4630.29	8
6544.87	4	5846.29	3	5635.64	3	5375.49	3	5164.51	5	4904.67	3	4616.30	5
6433.46	4	5842.71	4	5629.39	4	5371.34	2	5160.48	6	4900.94	2	4606.96	10
6430.70	5	5838.86	8	5628.46	2	5355.86	4	5152.79	3	4890.92	3	4600.39	3
6312.33	3	5838.36	2	5604.14	4	5355.41		5140.76	3	4869.17	2	4582.46	2
6222.17	3	5835.11	5	5603.73		5350.90	8	5134.90	5	4848.53	3	4581.85	6
6213.26	3	5820.74	6	5599.80	2	5344.34	8	5127.79	2	4838.16	2	4575.02	2
6204.93	2	5819.69		5591.17	3	5340.99	3	5121.95	2	4833.55	3	4573.30	10
6164.50	3	5815.60	3	5587.11	4	5335.02	4	5120.46	4	4829.50	2	4564.73	6
6148.35	3	5804.26	4	5578.50	4	5319.66	7	5100.36	4	4816.51	4	4554.01	3
6142.73	2	5794.45	4	5576.41	4	5318.72		5095.46	8	4810.76	3	4547.00	8
6128.98	2	5787.74	7	5571.69	3	5315.69	2	5079.15	8	4809.48	3	4523.63	10
6111.15	2	5776.29	2	5563.24	3	5306.59	2	5065.46	4	4790.17	3	4511.28	4
6107.95	2	5771.29	2	5551.60	5	5285.41	3	5058.19	4	4773.46	3	4508.60	3
6056.90	3	5765.20	5	5541.71	2	5276.39	5	5039.25	3	4766.93	3	4503.60	5
6048.92	3	5760.57	6	5523.79	4	5271.69	7	5026.57	3	4749.88	6	4503.23	
6045.72	3	5751.62	4	5513.02	3	5270.0	4	5019.75	2	4744.79	4	4500.00	2
6029.94	2	5737.56	2	5504.85	4	5254.09	4	5018.00	4	4740.73	2	4472.72	3
5998.14	6	5729.38	7	5483.68	2	5253.18		5013.4	3	4734.09	5	4471.49	3
5986.31	4	5716.53	4	5481.21	3	5251.84	4	5008.26	2	4733.70	2	4469.89	4
5983.47	6	5709.56	2	5469.72	2	5237.56	3	5002.50	2	4713.68	4	4469.49	
5957.91	3	5706.65	5	5458.25	3	5233.03	4	5001.2	3	4708.47	5	4458.26	3+Ti
5934.35	3	5706.37		5448.51	2	5225.29	3	4998.12	2	4706.30	3	4456.97	3

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 559.

2) The arc spectrum of Columbium, Journ. of the American Chemical Society, 1908, Bd. XXX, S. 1672.

3) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4447.40	8	4246.44	3	3980.67	3[1]	3726.40	8	3465.98	2	3272.14	3	2868.63	3
4446.37	3	4242.80	2	3972.68	} 3	3721.65	2	3463.90	3	3270.88	} 3	2861.22	2
4437.41	8	4232.11	3	3972.07	}	3720.58	3	3440.76	3 + Ti	3270.56	}	2851.55	} 3
4429.61	2	4230.48	2	3966.39	8	3717.65	} 4	3433.24	} 4	3264.71	2	2851.09	}
4426.83	3	4229.98	2	3965.84	2	3717.16	}	3432.85	}	3260.68	} 3	2846.38	2
4420.80	6	4229.31	6	3955.80	2 + Ti	3713.21	8	3432.55	}	3260.25	}	2842.78	2
4420.61	2	4226.36	2	3943.83	3	3711.50	2	3432.10	}	3254.15	2	2841.29	2
4420.00	2	4218.14	6	3941.45	2	3709.57	2	3429.19	2	3249.62	} 3	2827.19	3
4419.61	4	4214.91	6	3937.68	5	3704.29	} 2	3427.60	3	3249.06	}	2780.73	} 3
4411.69	3	4208.29	3	3935.59	} 3	3704.04	}	3425.98	} 3	3236.56	3 + Ti	2780.36	}
4410.40	5	4205.50	8	3934.56	}	3698.00	8	3425.57	}	3225.57	6	2779.81	}
4392.90	3	4201.70	3	3929.45	3	3685.31	3	3423.89	2	3215.70	3	2779.45	}
4388.53	} 4	4198.62	3	3925.14	3	3677.91	2	3410.02	} 5	3206.43	2	2773.30	3
4387.91	}	4195.29	5	3922.46	2	3674.91	3	3409.29	}	3195.08	4	2768.21	3
4385.03	} 3	4192.23	4	3920.38	3	3669.85	} 3	3408.80	}	3191.21	3	2758.72	3
4384.05	}	4191.09	10	3914.87	4	3669.15	}	3408.48	}	3187.57	2 + Ti	2755.74	} 3
4379.69	3	4184.60	3	3909.75	} 3	3668.75	}	3406.24	} 4	3186.58	2	2755.40	}
4378.12	4	4174.11	2	3909.11	}	3664.85	5	3405.52	}	3180.40	3	2753.12	2
4370.53	} 3	4169.74	3	3896.05	2	3660.51	4	3399.84	} 3	3175.91	2	2748.92	2
4369.77	}	4168.30	8	3894.23	} 5	3651.31	} 4	3399.54	}	3163.50	5	2746.98	2
4368.62	} 3	4164.81	6	3893.89	}	3650.91	}	3392.48	4	3151.97	2	2737.15	2
4368.11	}	4163.80	10	3891.51	3	3649.98	}	3387.93	2	3145.51	3	2733.51	} 3
4360.10	} 2	4158.18	2	3885.87	} 6	3643.85	} 3 + Ti	3386.38	2 + Ti	3130.92	8	2733.32	}
4359.97	}	4152.81	8	3885.59	}	3643.44	}	3384.80	2	3111.57	2	2722.07	2
4351.80	4	4150.33	3	3878.98	3	3634.57	} 4	3381.04	} 5	3094.32	10	2716.69	3
4349.19	} 4	4143.37	3	3877.65	3	3633.85	}	3380.59	}	3088.00	2	2702.60	} 3
4348.80	}	4139.89	7	3863.51	2	3621.15	2	3380.20	}	3077.01	3	2702.28	}
4345.48	2	4139.58	2	3859.06	2	3619.82	} 4	3376.87	} 3	3073.41	3	2698.95	2
4342.99	3	4137.30	6	3846.09	2	3619.60	}	3376.47	}	3053.20	2	2697.14	2
4331.60	7	4134.78	2	3836.61	3	3602.70	5	3375.06	2	3048.22	3	2695.14	2
4326.54	9	4130.12	5	3835.31	2	3594.10	5	3372.96	4	3028.56	3	2691.85	2
4312.61	3	4129.60	3	3825.01	4	3589.49	} 6	3367.11	3	2994.83	3	2687.24	2
4311.49	6	4124.01	8	3819.32	3	3589.23	}	3358.52	8	2990.40	3	2676.03	2
4309.73	3	4117.06	4	3815.61	4	3585.10	4	3349.56	} 8	2982.21	} 3	2673.66	2
4301.35	8	4114.10	2	3810.64	4	3580.42	10	3349.17	}	2981.76	}	2672.01	2
4299.81	5 ?	4101.14	15	3804.89	4	3576.00	7	3343.81	5	2977.79	3	2668.36	2
4296.39	2	4100.55	3	3804.06	4	3569.60	} 4	3342.08	6	2974.22	2	2667.37	} 3
4295.70	4[1]	4099.25	3	3803.13	8	3568.89	}	3332.29	2	2972.70	3	2666.67	}
4292.70	} 4	4090.31	2	3798.29	6	3563.71	8	3329.50	3	2951.04	5	2657.67	2
4292.19	}	4085.02	3	3794.59	2	3554.74	8	3326.74	3	2946.24	} 3	2656.14	2
4289.62	4	4079.88	15	3791.43	10	3550.58	3	3323.06	3	2946.00	}	2654.51	2
4287.14	5	4068.41	2	3790.30	6	3544.79	} 5	3319.70	} 4	2941.67	4	2653.47	3
4280.79	4	4060.97	3	3787.26	8	3544.15	}	3319.38	}	2927.94	5	2649.60	2
4279.83	} 3	4059.14	20	3781.21	4	3537.65	8	3319.09	}	2911.88	3	2647.58	2
4279.61	}	4039.69	} 3	3771.99	3	3535.43	9	3315.33	2	2910.73	3	2646.35	2
4277.63	2	4039.22	}	3766.70	2	3520.85	} 3	3312.74	3	2908.37	3	2642.34	2
4270.86	4	4033.34	2	3765.22	2	3520.19	}	3310.58	2	2899.35	3	2627.55	2
4268.81	2	4032.72	6	3763.62	3	3508.08	5	3308.18	2	2897.93	3	2592.28	2
4266.21	5	4028.10	} 3	3759.73	6	3498.75	8	3299.75	2	2888.93	2	2590.05	2
4262.30	6	4027.45	}	3755.91	3	3497.92	2	3296.16	2	2883.32	4	2584.10	2
4255.66	} 5	4008.41	3	3753.34	3 + Ti	3491.19	4	3288.03	} 3	von 2880.84 } [3]	2	2578.85	2
4254.90	}	4001.26	} 5	3742.60 } [2]	10	3479.69	} 4	3287.71	}	bis 2877.09 }	4	2571.45	} 2
4253.89	} 4	4000.74	}	3740.99 }	5	3478.84	}	3285.78	3	2875.50	} 4	2571.18	}
4253.20	}	3999.31	}	3740.00 }	10	3473.20	2	3277.77	3	2874.66	}	2570.91	}
4249.62	3	3991.82	3										

Tantal.

Das Bogenspektrum des Tantals wurde mittels chemisch reiner Tantalsäure, von E. Merck in Darmstadt bezogen, zwischen Siemenskohleelektroden erhalten und ist auf Tafel XIV, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), Tafel XXIV, Nr. 3 (Glasprismenspektrum) und Tafel XXIX, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es enthält eine sehr große Anzahl von Linien, von denen einzelne charakteristisch hervortreten. Näher untersucht und gemessen wurde dieses Spektrum von uns[4]) in dem Bezirke 7007 bis 5461, ferner von Rütten und Morsch[5]) im Bezirk von 5780 bis ins Ultraviolett 2504 und von Exner und Haschek[6]) von 4633 bis 2332. Der auf Tafel XIV, Nr. 10, abgebildete brechbarere Teil des Tantal-Bogenspektrums wurde

[1]) Bildet mit mehreren Linien einen nebligen Streifen.

[2]) Hier bilden in der Abbildung sechs Linien scheinbar einen breiten Streifen.

[3]) Diese beiden Linien fallen mit mehreren zwischenliegenden schwachen Linien in der Abbildung des Gitterspektrums zusammen.

[4]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 582.

[5]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. III, 1905, S. 195.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

absichtlich etwas kurz exponiert, da bei längerer Exposition gewisse Linienpartien undeutlich werden, indem die Cyanbanden zu kräftig hervortreten. Die Intensität der dort abgebildeten Linien ist deshalb geringer als in den Tabellen angegeben; die dortigen Angaben beziehen sich auf ein Spektrumphotogramm, das mit einer der Abbildung des langwelligen Teiles (Tafel XIV, Nr. 9), entsprechenden Belichtungszeit erhalten wurde.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6966.39	3	6045.60	6	4701.40	2	4041.20	} 3	3376.18	2	3085.63	2	2858.54	2
6928.74	} 3	6020.92	5	4692.06	4	4041.03		3371.66	4	3081.95	2	2857.39	2
6927.61		5997.48	6	4685.40	} 3	4030.10	3	3362.65	2	3080.09	2	2851.09	} 7
6902.29	2	5944.25	6	4684.98		4027.09	4	3361.77	4	3078.34	2	2850.60	
6875.50	3	5939.99	5	4682.04	5 + Ti	4006.98	4	3358.65	4	3077.33	3	2848.63	} 3
6866.44	3	5919.18	3	4669.31	3	4003.89	3	3351.64	2	3076.48	2	2848.16	
6813.44	3	5902.18	3	4661.25	3	3999.41	4	3340.04	2	3069.34	3	2844.56 5)	4
6774.48	} 2	5882.54	3	4633.11	2	3996.30	3	3338.61	2	3063.99	} 3	2806.68	} 3
6773.84		5877.61	5	4619.69	4	3982.05	3	3332.54	2	3063.67		2806.40	
6771.94	2	5811.29	6	4601.56	2	3970.24	3 + Ca	3331.14	2	3060.39	2	2802.17	3
6755.15	2	5780.87	3	4574.50	5	3923.11	} 3	3318.97 4)	5	3058.75	2	2798.49	2
6740.99	3	5776.93	3	4573.48	5	3922.92		3318.04	4	3050.20	2	2797.86	2
6684.26	2	5699.42	3	4566.03	5	3918.64	3	3311.26	8	3049.66	5	2796.44	2
6675.75	6	5688.33	2	4552.12	4	3857.25	2	3309.91	2	3048.97	3	2787.79	2
6673.96	5	5665.07	7	4530.97	5	3833.94	2	3304.50	2	3042.15	3	2761.77	2
6621.45	7	5646.10	7	4521.20	2	3794.55	2	3299.89	2	3027.61	2	2758.40	2
6612.12	7	5640.07	2	4511.61	2	3792.14	2	3295.45	2	3025.28	2	2752.60	3
6575.10	6	5620.85	4	4511.13	5	3783.91	3	3280.99	2	3012.65	5	2749.95	2
6564.31	3	5599.59	3	4473.68	2	3731.10	2	3279.40	2	3011.99	3	2748.88	2
6561.79	3	5519.12	4	4459.94	2	3689.88	2	3275.80	} 5	3011.23	3	2746.79	2
6516.33	5	5499.69	3	4441.91	} 3	3681.39	2	3275.04		3010.95	2	2743.70	2
6514.57	5	5495.00	2	4441.21		3674.97	2	3242.96	} 5	2991.36	2	2727.87	} 3
6505.70	3	5490.24	2	4430.61	2	3661.86	2	3242.18		2989.61	} 3	2727.55	
6502.62	2	5461.52	4	4419.73 2)	3	3657.65	2	3241.06	2	2988.69		2719.12	2
6497.15	2	5434.47	3	4415.87	4	3642.19	6	3234.81	2	2986.93	2	2717.27	2
6485.60	10	5419.35	4	4402.64	3	3626.76	8	3229.34	2	2978.87	} 3	2714.76	3
6460.09	3	5402.74	5	4398.61	3	3607.56	5	3227.44	2	2978.31		2710.21	2
6455.92	2	5354.86 1)	4	4386.22	2	3595.80	2	3223.95	4	2975.68	3	2698.38	2
6450.56	8	5336.55	2	4378.97	3	3590.52	2	3217.05	3	2966.04	} 6	2694.84	} 3
6446.07	3	5295.15	3	4303.12	2	3573.57	3	3214.04	3	2965.67		2694.60	
6444.83	2	5218.83	4	4280.61	2	3566.87	2	3198.78	2	2965.28		2685.24	4
6430.98	7	5212.87	4	4279.19	2	3557.31	2	3191.27	2	2964.03	2	2675.95	2
6428.83	5	5156.59	5	4268.38	2	3553.58	2	3184.66	4	2963.44	5	2668.68	2
6392.54	3	5143.85	3	4245.45	2	3537.65	2	3182.69	2	2957.72	2	2665.70	2
6389.66	6	5136.64	5	4206.56	} 4	3531.74	3	3181.81	} 5	2953.68	3	2661.40	2
6373.21	3	5115.99	2	4206.03		3513.76	2	3181.07		2952.03	3	2656.65	3
6361.06	5	5043.45	2	4181.30	} 3 3)	3511.17	4	3176.40	2	2947.03	2	2653.36	3
6356.32	5	5037.82	2	4181.04		3505.31	} 3	3173.70	2	2940.33	4	2651.34	2
6346.13	3	5037.53	4	4178.06	2	3505.11		3170.40	4	2933.67	} 4	2647.56	2
6341.33	4	4936.56	3	4175.34	3	3504.01		3163.23	2	2932.80		2638.76	2
6333.08	2	4926.15	3	4160.10	2	3498.00	4	3148.14	3	2915.61	} 3	2636.97	} 2
6325.23	6	4921.40	4	4158.20	2	3480.64	4	3143.04	2	2915.45		2636.74	
6309.78	8	4884.09	3	4156.40	3	3477.59	2	3136.00	2	2905.35	2	2609.09	2
6309.25	2	4852.30	2	4150.89	2	3463.91	3	3132.76	2	2900.47	2	2577.88	} 2
6289.46	3	4846.03	3	4148.05	3	3447.43	} 2	3130.68	} 5	2899.15	2	2577.46	
6288.04	} 3	4832.34	3	4136.35	3	3447.00		3130.05		2895.21	2	2575.60	2
6287.49		4825.57	3	4129.57	2	3436.14	3	3127.86	2	2891.95	3	2526.56	2
6281.46	4	4819.69	3	4128.01	2	3431.05	3	3125.07	3	2880.12	2 + Si	2488.78	2
6278.48	3	4812.91	5	4105.17	3	3414.26	2	3117.55	2	2873.67	} 3	2471.01	2
6268.87	8	4781.10	3	4097.33	2	3413.03	2	3103.35	4	2873.47		2432.75	2
6258.81	2	4769.14	3	4079.36	2	3407.07	5	3093.97	3	2871.52	2	2400.71	2
6256.81	8	4758.22	5	4068.08	6	3406.81	3	3093.09	2	2868.76	2	2387.17	2
6249.96	3	4740.29	4	4067.42	4	3398.45	2	3092.55	3	2864.61	2	2332.30	} 2
6154.70	5	4730.24	2	4064.74	3	3385.18	3	3087.86	} 3	2862.12	2	2332.14	
6047.46	5	4723.02	3	4061.53	4	3379.64	2	3087.62		2861.00	2		

[1]) Unter dieser Linie sieht man in der Abbildung auf Tafel XIV eine starke Doppellinie 5349.76 + 5349.28, welche Rütten und Morsch als fremde Linie bezeichnen und dem Nd, beziehungsweise Sa zuschreiben; doch dürfte diese Linie eine wirkliche Ta-Linie sein, wie der Vergleich mit den genannten Elementen zeigt.

[2]) Kante.

[3]) Fällt mit einer Cyanbandenkante zusammen.

[4]) Fallen drei Linien zusammen.

[5]) Bildet mit mehreren anderen Linien eine Linie, i = 8.

Chrom.

Das Bogenspektrum des Chroms wurde mit metallischem Chrom von Moissan in Paris zwischen Siemenskohleelektroden erhalten. Das sehr linienreiche Spektrum ist auf den Tafeln XIV, Nr. 11 und 12, XXI, Nr. 2 (Gitterspektrum), XXIV, Nr. 4 und 5 (Glasprismenspektrum), und XXIX, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Neben dem Linienspektrum treten im Bogen noch breite Banden auf, welche wahrscheinlich dem Chromoxyd angehören dürften. Dieselben Banden treten besonders gut beim Verdampfen von Chromoxyd im elektrischen Flammenbogen auf, ferner bei der niedrigen Temperatur des mit Chromylchlorid gesättigten, an der Luft brennenden Wasserstoffgases, welche Flamme unter Ausstoßen von Chlorwasserstoffdämpfen und Chromoxydrauch dieses Bandenspektrum nebst wenig Chromlinien aussendet; ferner beim Verbrennen eines Zündsatzes von Magnesiumpulver und Ammoniumbichromat (siehe Seite 18). Das Bogenspektrum ist charakterisiert durch das kräftige Auftreten gewisser Liniengruppen, wie zum Beispiel 5792 bis 5781, die Gruppe von fünf starken Linien, von 4546 bis 4527 reichend, und die drei, sämtliche übrigen an Stärke weit übertreffenden Linien 4290/75/55 (siehe Tafel XXIV, Nr. 5). Die im Ultraviolett ab zirka 2700 vorhandenen Linien erscheinen in der Abbildung Nr. 12, Tafel XIV (Gitterspektrum), nicht mehr gut, da die Exposition, um die übrigen Teile der Aufnahme nicht undeutlich erscheinen zu lassen, nicht weitergeführt werden durfte. Die Struktur dieses Teiles des Spektrums ist dagegen sehr schön aus Tafel XXIX, Nr. 3, zu ersehen, da der Quarzapparat in diesem Teile sehr lichtstark und die Dispersion eine große ist. Die Intensitäten wurden in der folgenden Zusammenstellung der stärkeren Linien des Chrombogenspektrums bis auf jene in diesem Teile nach der Gitteraufnahme geschätzt.

Untersuchungen dieses Spektrums wurden von uns[1]) in dem Bezirke von 7463 bis 6052.1, ferner von J. Clodius[2]) von 5844.83 bis 2349.00, von L. Stüting[3]) von 7642 bis 5902 (Wellenlängen auf Fabry und Buissonsche Standards bezogen) und von Exner und Haschek[4]) von 4698.71 bis 2348.02 vorgenommen.

Das Bandenspektrum des Chroms (Chromoxyd) erreicht seine größte Helligkeit im roten Teile des Spektrums, welchen wir auf Dicyaninplatten photographiert und auf Tafel XXI, Nr. 2, abgebildet haben. Die betreffenden Bandenkanten haben wir in nachstehender Tabelle der Linien des Chrombogenspektrums registiert.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7463	3	6102.93	6	5387.17	3	4965.09	2	4651.46	8	4492.48	4	4297.90	3
7401	3	6065 [5])		5348.52	10	4954.98	3	4646.35	10	4489.64	3	4297.22	
7357	3	6052.1 [5])		5346.00	10	4942.66	3	4639.71	2	4488.22	3	4295.91	3
6979	10	6047.90	4	5340.66	2	4936.51	2	4637.94	3	4483.05	3	4289.90	15
6925	10	6045.64	3	5329.31	3	4922.44	6	4637.35		4465.53	3	4280.56	3
6883.32		5902.43	4	5328.52	10	4887.18	5	4626.36	8	4459.91	2	4274.97	20
6882.77	8	5844.83	2	5318.97	2	4870.99	4	4622.93		4458.71	4	4263.30	3
6881.97		5795 [5])		5313.07	3	4862.02	4	4622.66	6	4432.34	3	4261.77	3
6830 [5])		5791.97	5	5304.37	2	4829.55	5	4622.10		4424.45	4	4261.51	
6789.42	3	5788.62	6	5300.93	5	4801.21	3	4619.71	3	4414.03	3	4254.50	20
6773 [5])		5788.17	8	5298.46	10	4792.70	3	4616.30	8	4412.43	3	4240.87	3
6762.74	3	5787.23	4	5296.87	8	4789.52	4	4613.54	6	4411.27	3	4209.92	4
6751.53	3	5786.20	4	5280.47	2	4766.83	2	4600.93	10	4410.47	3	4209.53	
6734.30	3	5785.98	4	5275.35	10	4764.48	2	4600.28		4403.67	3	4204.63	3
6715.67	4	5785.23	5	5272.20	2	4756.30	8	4595.76	3	4391.92	4	4203.76	3
6669.48	5	5784.14 [6])	6	5265.89	8	4752.27	3	4591.57	8	4387.67	3	4193.83	3
6661.36	7	5783.35	4	5264.34	10	4737.54	4	4580.22	8	4385.15	8	4179.42	3
6630.27	5	5782.00	3	5255.31	4	4730.89	4	4571.83	3	4381.28	2	4174.98	3
6612.47	4	5781.40	3	5247.75	6	4727.34	2	4569.79	3	4375.50	2	4165.68	3
6597.91	4	5712.99	4	5243.56	2	4724.60	2	4565.68	6	4374.33	3	4163.79	3
6594.91	4	5712.82		5225.18	5	4723.29	2	4546.13	8	4373.43	2	4161.59	2
6573.13	5	5702.54	3	5225.10		4718.61	6	4544.78	4	4371.45	10	4153.97	4
6538.26	6	5700.75	2	5222.85	3	4708.21	6	4540.88		4363.31	2	4126.67	4
6529.42	5	5698.58	5	5214.31	2	4698.79	7	4540.66	8	4359.81	6	4065.86	3
6501.48	6	5694.96	4	5208.60	10	4698.65		4539.95		4351.96	10	4058.91	3
6452 [5])		5664.26	4	5206.23	10	4694.12	2	4535.88	6	4351.22	6	4048.92	3
6428.35	5	5628.86	3	5204.69	10	4689.54	3	4530.90	8	4347.00	3	4039.25	3
6394.7 [5])		5565 [5])		5200.36	2	4681.04	2	4527.62	4	4344.67	9	4027.25	2
6363.13	8	5480.72	2	5196.63	3	4680.68		4527.51	4	4339.89	4	4026.32	2
6330.34	10	5464.17	2	5192.19	2	4669.51	2	4526.63	6	4339.62	6	4012.63	3
6327.68	5	5409.99	10	8184·74	2	4666.67	3	4526.27	3	4337.73	9	4001.59	3
6261.46	4	5405.21	2	5177.61	2	4664.97	5	4514.70	3	4325.24	3	3992.99	3
6230 [5])		5400.83	3	5166.41	3	4664.00		4512.07	4	4319.81	2	3991.82	6
6167 [5])		5390.59	2	5139.82	2	4663.51	2	4500.45	3	4301.34	3	3991.28	
6136.07	6	5387.76	3	5013.50	2	4652.34	10	4497.03	10	4300.67		3984.49	5

[1]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 539.

[2]) Die Wellenlängen des Elementes Chrom im elektrischen Flammenbogen, Inaugural-Dissertation, Bonn 1906.

[3]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1909, Bd. VII, S. 82.

[4]) Wellenlängenmessungen, 1904.

[5]) Kante.

[6]) Diese Linien bilden in der Abbildung auf Tafel XXI einen breiten Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3984.07	5	3732.18	2	3403.46	2	3096.02	2	2967.76	3	2766.64	3	2622.96	3
3976.83	8	3730.95	2	3391.54	2	3073.79	2	2935.26	2	2762.69	3	2591.94	3
3969.90	6	3687.40	4	3382.82	2	3053.99	5	2913.81	3	2757.81	3	2577.75	2
3969.21		3686.99		3379.96	3	3040.95	4	2911.25	3	2757.19		2571.84	3
3963.84	8	3663.37	3	3379.33		3037.16	3	2911.01		2752.96	3	2560.79	3
3941.64	4	3656.41	3	3368.18	3	3034.30	3	2909.16	3	2751.96	3	2557.23	3
3928.79	4	3654.08	3	3360.44	2	3031.47	6	2905.59	2	2750.83	2	2553.15	2
3921.19	3	3649.17	4	3358.64	2	3030.36		2896.86	3	2749.08	4	2549.60	2
3919.32	6	3648.70		3352.10	3	3029.29		2894.28	3	2748.38		2545.73	2
3916.39	4	3641.99	3	3347.97	2	3024.47	4	2893.36		2743.75	2	2541.46	3
3916.00		3639.97	5	3346.87	2	3021.68	5	2889.37	4	2741.17	2	2527.20	4
3908.90	4	3636.75	4	3342.72	2	3018.92	5	2887.10	3	2736.57	3	2519.60	3
3903.09	3	3605.49	10	3339.94	2	3018.61		2879.38	2	2732.00	3	2518.79	2
3894.19	3	3601.81	2	3336.47	2	3015.32	4	2876.36	4	2726.60	4	2517.00	2
3886.93	3	3593.64	10	3333.69	2	3015.04	3	2876.10		2722.84	2	2513.72	2
3885.36	3	3578.84	10	3260.11	2	3014.88	3	2873.59	3	2716.27	2	2509.06	2
3857.76	2	3574.94	6	3257.95	2	3013.84	4	2873.29		2712.40	2	2504.40	3
3855.71	2	3574.20	2	3251.96	2	3013.15	2	2871.75	2	2702.08	2	2499.94	2
3854.35	2	3573.79	3	3245.66	2	3005.17	3	2870.54	2	2698.78	3	2496.40	3
3849.66	6	3566.31	3	3237.86	2	2998.91	4	2867.75	3	2698.50		2492.68	2
3849.49		3558.66	4	3217.51	2	2998.25		2866.86		2691.13	2	2479.22	2
3849.12		3550.80	2	3209.31	2	2996.69	3	2865.22	3	2688.14	2	2474.16	2
3841.42	5	3481.68	3	3197.21	3	2995.23	3	2862.67	3	2687.18	2	2408.71	3
3819.71	3	3481.45		3180.83	3	2994.19	2	2861.05	3	2678.88	4	2399.64	2
3804.94	3	3455.75	3	3163.87	2	2992.02	3	2859.02	3	2678.25		2396.44	2
3797.86	3	3453.48	3	3155.27	2	2988.78	4	2857.51	2	2677.25	3	2392.96	2
3768.88	3	3447.58	4	3148.56	2	2986.59	3	2856.87	2	2672.91	3	2386.84	2
3768.39	4	3445.75	3	3147.35	2	2986.25[1]	2	2855.78	4	2672.08	1	2386.25	
3757.81	4	3441.58	3	3136.81	3	2986.12	2	2849.95	4	2671.89	3	2372.95	2
3749.13	4	3436.33	3	3132.17	4	2985.96	2	2843.35	4	2668.80	3	2366.92	2
3748.75		3433.74	5	2128.81	2	2980.91	4	2835.75	4	2666.11	3	2366.40	2
3744.63	2	3433.45		3125.09	4	2979.86		2830.58	2	2663.50	3	2366.21	2
3744.03	3	3422.90	3	3120.49	3	2975.60	3	2822.48	2	2658.67	3	2366.03	2
3743.73	3	3421.36	3	3119.35	3	2972.02	3	2780.79	5	2653.66	3	2365.22	2
3743.11	2	3408.91	4	3118.77		2971.22		2770.01	4				

Molybdän.

Das Bogenspektrum des Molybdäns wurde mit Molybdänsäure (chemisch rein) zwischen Kohleelektroden im elektrischen Flammenbogen als Lichtquelle erhalten. Es ist auf Tafel XV, Nr. 1 und 2, Tafel XXI, Nr. 4 (Gitterspektrum), Tafel XXIV, Nr. 6 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXIX, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Bogenspektrum des Molybdäns im Rot, Gelb und Gelbgrün besitzt sehr charakteristisch hervortretende kräftige Linien. Die Zahl der Linien wächst im blauen, violetten und ultravioletten Teil, doch sind hier weniger kräftig hervortretende Linien vorhanden. Es wurde im sichtbaren Bezirke von 7134.33 bis 5456.70 von uns untersucht[2]) und genau gemessen; die Linie im äußersten Rot 7242, welche in der Abbildung auf Tafel XXI noch deutlich hervortritt, war auf dem Negative, welches mit dem großen Gitter erhalten wurde und zu den Messungen diente, nur schwach zu sehen und konnte daher nur approximativ gemessen werden. Ferner liegen Wellenlängenmessungen im Bezirke von 5893 bis 3463 von B. Hasselberg[3]) und von 4672 bis 2302 von Exner und Haschek[4]) vor.

Eine Zusammenstellung der stärkeren Linien im Bogenspektrum des Molybdäns zeigt die folgende Tabelle; die Linien dieser Tabelle bis zirka 3000 finden sich in den Abbildungen der Tafeln XV, XXI und XXIV, jene ab 3000 sind aus Tafel XXIX, Nr. 4, zu ersehen, da in diesem Bezirke der Quarzapparat das Gitter an Helligkeit weit übertrifft, weshalb auch schwache Linien relativ kräftig erscheinen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7242	4	6947.65	2	6746.50	3	6520.08	2	6424.57	5	6340.10	2	6197.83	2
7134.33	2	6914.29	3	6734.22	4	6493.33	2	6413.09	2	6290.98	2	6158.58	2
7110.16	6	6886.62	2	6690.67	2	6486.11	2	6412.59		6282.16	2	6138.79	2
7060.43	2	6849.15	2	6659.93	2	6474.26	2	6409.27	3	6266.07	2	6134.76	2
7038.22	2	6839.20	3	6650.57	4	6471.43	2	6401.24	3	6264.48	2	6130.80	2
7001.89	2	6829.30	2	6619.35	8	6446.57	2	6389.33	2	6218.09	2	6128.38	2
6989.27	3	6754.26	2	6611.49	2	6429.27	2	6357.41	4	6208.46	2	6123.85	2

1) Erscheinen in der Abbildung als starke Linie.

2) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 549.

3) Untersuchungen über die Spektra der Metalle, VI. Teil, Spektrum des Molybdäns, Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, Bd. XXXVI, Nr. 2.

4) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6102.11	3	5613.34	2	5109.90	3	4485.16	4	4149.14	4	3542.32	3	3214.59	3
6081.50	2	5611.20	4	5098.27	}	4474.78	8	4143.73	5	3537.41	3	3208.98	7
6079.80	2	5609.53	4	5097.71	} 4	4473.37	4	4132.41	} 3	3524.76	4	3206.08	}
6055.07	2	5608.90	2	5096.85	}	4468.46	5	4132.07	}	3521.56	4	3205.70	} 5
6048.07	2	5603.04	3	5096.11	}	4457.55	5	4120.26	4	3508.26	4	3205.39	}
6039.98	2	5575.45	3	5091.17	2	4449.92	4	4108.30	2	3504.55	4	3194.11	10
6030.84	15	5570.67	15	5080.23	3	4442.37	4	4107.63	3	3484.05	2	3185.82	}
6025.73	2	5569.76	2	5060.07	4	4435.19	6	4084.54	4	3482.55	3	3185.23	} 3
6011.58	2	5568.88	2	5047.90	2	4426.86	3	4081.62	4	3480.26	} 3	3184.71	}
5991.57	2	5564.31	2	5016.99	3	4423.79	4	4075.72	} 3	3479.60	}	3183.15	2
5990.28	2	5557.01	} 5	5000.13	3	4411.90	5	4075.43	}	3460.92	}	3175.64	2
5989.73	2	5556.54	}	4979.32	5	4411.76	4	4070.17	} 6	3460.39	} 4	3172.89	} 2
5988.43	3	5544.75	3	4964.63	} 2	4397.48	} 4	4070.05	}	3460.05	}	3172.50	}
5983.19	2	5543.37	3	4964.42	}	4396.83	}	4062.24	5	3458.27	2	3170.46	10
5974.49	2	5539.65	2	4957.78	4	4381.82	10	4056.18	3	3456.53	} 5	3164.63	2
5969.76	3	5533.25	15	4950.83	4	4375.21	3	4038.26	} 3	3456.27	}	3158.28	8
5969.26	3	5527.22	} 3	4941.90	2	4369.23	4	4037.95	}	3449.20	3	3147.44	2
5968.74	3	5526.79	}	4933.30	3	4364.65	3	4021.19	2	3447.29	6	3132.70	10
5965.81	2	5520.92	} 3	4926.65	} 2	4350.53	4	4000.67	} 3	3443.42	3	3112.23	4
5962.84	2	5520.28	}	4926.42	}	4341.61	2	4000.55	}	3437.34	3	3101.45	3
5952.23	2	5506.74	15	4904.03	3	4340.93	2	3986.45	} 3	3435.57	} 3	3094.80	3
5938.12	3	5503.81	2	4868.23	5	4340.02	2	3985.88	}	3434.92	}	3085.71	3
5929.09	6	5502.13	} 3	4830.73	} 6	4339.42	2	3974.09	} 3	von 3426.93	} [1]	3074.50	4
5926.57	4	5501.76	}	4830.15	}	4338.90	2	3973.92	}	bis 3424.74	}	3065.18	4
5901.71	3	5498.70	3	4819.47	6	4326.90	4	3968.91	4	von 3421.41	} [1]	3047.40	3
5893.62	3	5494.05	3	4817.92	2	4326.33	7	3943.19	3	bis 3418.69	}	3041.81	3
5888.58	8	5492.42	2	4811.28	2	4322.17	2	3935.33	} 4	3406.10	4	3013.90	3
5876.89	2	5490.52	3	4796.75	3	4318.13	2	3935.13	}	3404.50	3	2946.13	} 2
5869.57	3	5476.14	2	4794.03	3	4313.16	} 3	3903.07	10	3403.48	2	2945.76	}
5868.99	2	5473.60	5	4785.34	3	4312.98	}	3901.95	3	3384.80	4	2934.40 [2]	3
5858.51	8	5465.81	2	4783.16	2	4310.58	2	3886.98	3	3382.66	3	2930.54	4
5851.77	3	5460.74	3	4776.54	4	4294.07	8	3869.25	3	3380.20	4	2923.51	3
5849.98	} 3	5456.70	2	4774.42	3	4293.42	8	3864.25	10	3363.98	4	2912.00	3
5849.13	}	5450.73	3	4773.64	3	4292.34	8	3852.17	3	3361.52	3	2909.20	2
5825.28	3	5437.97	4	4764.64	3	4291.39	2	3833.92	4	3358.26	5	2894.59	3
5815.78	2	5435.91	4	4760.39	8	4289.56	2	3829.95	} 3	3355.15	3	2891.12	3
5809.26	2	5427.14	3	4750.60	4	4288.82	10	3829.04	}	3350.48	3	2871.60	2
5808.46	2	5417.64	3	4731.64	8	4287.26	3	3826.85	3	3347.17	4	2869.67	4
5806.98	} 3	5406.64	2	4729.36	3	4284.77	3	3819.98	3	3344.90	5	2864.74	} 3
5806.40	}	5397.63	2	4718.13	4	4277.49	10	3802.00	3	3340.34	2	2864.39	}
5802.91	2	5394.75	3	4708.43	6	4277.10	4	3798.39	10	3327.46	3	2842.48	} 3
5800.69	3	5367.30	2	4707.44	8	4273.23	2	3781.75	3	3325.84	3	2842.25	}
5792.09	8	5364.50	6	4700.71	2	4269.44	3	3770.66	3	3324.12	3	2839.68	2
5783.52	2	5360.76	8	4688.41	3	4268.25	2	3732.91	3	3319.93	} 3	2826.63	2
5780.33	} 3	5356.70	3	4672.11	3	4266.27	2	3715.83	2	3319.71	}	2816.27	4
5779.61	}	5355.12	3	4662.95	5	4260.85	} 3	3695.09	4	3307.28	3	2808.49	} 3
5774.80	2	5314.13	3	4662.11	3	4260.52	}	3680.85	} 5	3306.80	}	2807.85	}
5751.63	8	5295.67	2	4651.25	2	4252.03	3	3680.75	}	3306.10	} 3	2801.62	2
5747.84	2	5292.30	2	4648.02	3	4250.87	2	3672.97	3	3305.72	}	2798.10	2
5730.12	}	5281.07	4	4630.20	2	4246.19	3	3669.50	2	3290.99	3	2780.15	} 3
5729.74	} 3	5279.85	2	4627.70	3	4241.03	3	3664.98	3	3290.00	4	2779.57	}
5729.00	}	5261.35	3	4626.67	8	4240.48	} 3	3659.51	4	3289.12	4	2777.90	2
5722.96	8	5259.23	4	4621.57	3	4240.26	}	3657.53	3	3285.50	} 3	2775.52	3
5712.06	2	5245.71	2	4610.07	6	4239.25	3	3638.72	} 3	3285.16	}	2773.99	2
5705.96	4	5243.01	3	4576.67	6	4232.75	10	3638.35	}	3271.04	3	2766.36	2
5699.54	2	5241.09	5	4560.32	3	4194.74	4	3635.57	5	3266.45	} 3	2764.05	2
5689.39	8	5238.41	6	4558.30	4	4188.49	6	3629.45	3	3266.32	}	2763.71	2
5683.18	3	5234.47	2	4553.52	} 4	4162.85	3	3626.33	2 + Fe	3262.80	2	2763.15	2
5678.16	4	5219.62	3	4553.40	}	4157.59	3	3624.77	} 4	3256.34	3	2751.59	2
5674.74	} 4	5200.97	} 3	4537.00	3	4155.77	} 5	3624.60	}	3247.76	2	2746.96	} 3
5673.90	}	5200.37	}	4528.77	3	4155.47	}	3623.36	2	3237.21	3	2746.41	}
5650.39	6	5174.35	4	4524.53	5	4595.35	4	3614.42	4	3233.33	3	2745.46	} 2
5635.12	4	5173.14	4	4517.30	5	4592.40	2	3603.10	2	3229.93	3	2745.17	} 2
5632.71	8	5171.33	4	4512.32	5	4588.33	2	3582.03	4	3228.36	3	2743.79	2
5619.61	}	5167.98	3	4506.22	} 4	4576.70	6	3574.05	3	3221.89	} 3	2733.46	3
5619.01	} 3	5163.40	2	4506.13	}	4570.30	3	3570.82	3	3221.01	}	2729.75	}
5618.68	}	5115.21	2	4491.46	4	4567.87	3	3563.30	3	3215.20	3	2729.20	} 3

[1]) Verwaschene Linien.

[2]) Schwache Linie; fällt aber mit mehreren anderen Linien zusammen, daher i = 3.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2728.79	3	2683.34	2	2646.56	2	2629.94	2	2615.47	2	2592.07	2	2548.35	3
2720.26	2	2679.93	2	2644.43	2	2628.81	2	2613.20	2	2582.26	2	2540.58	2
von 2701.53	[1]	2672.95	3	2641.11	2	2627.65	2	2611.30	2	2572.46	3	2524.94	2
bis 2700.30		2660.67	3	2638.83	3	2621.19	2	2607.48	2	2567.16	2	2481.89	2
2688.08	3	2655.13	3	2638.40		2616.85	2	2595.50	2	2550.94	2	2472.05	2
2684.24	2	2649.56	2										

Wolfram.

Zur Herstellung des auf den Tafeln XV, Nr. 3 und 4, XXI, Nr. 3 (Gitterspektrum), XXIV, Nr. 7 (Glasprismenspektrum), und XXIX, Nr. 5 (Quarzprismenspektrum), abgebildeten Bogenspektrums des Wolframs wurde Wolframsäure aus wolframsaurem Natrium (chemisch rein) von E. Merck in Darmstadt, im Laboratorium hergestellt, verwendet. Das Spektrum läßt im sichtbaren Teile (Tafel XV, Nr. 3, Gitterspektrum) die Natriumlinien außergewöhnlich stark hervortretend erkennen, was seinen Grund in dem relativ großen Natriumgehalt des Präparates hat. Außer dieser Verunreinigung konnte die Gegenwart von Molybdän in diesem Präparate sowie in anderen, welche wir als „chemisch rein" bezogen hatten, konstatiert werden, indem die drei stärksten Molybdänbogenlinien 5570.67, 5533.25 und 5506.74 deutlich und scharf hervortraten. Von weiteren Verunreinigungen wären Calcium, Magnesium und Aluminium zu erwähnen.

Das Bogenspektrum des Wolframs wurde von uns von 6995 bis 5456.82 gemessen[2]). Weitere Messungen führten B. Hasselberg[3]) im Bezirke von 5891 bis 3476 und Exner und Haschek[4]) von 4672 bis 2302 durch. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Wellenlängen sind diesen Messungen entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6995	2	6081.70	3	5354.67	2	4588.92	3	4307.05	4	3838.65	2	3300.97	3
6985	3	6021.78	3	5259.60	2	4587.03	2	4302.27	6	3835.19	3	3293.84	2
6935	2	6013.05	3	5255.62	2	4570.84	3	4294.75	10	3817.63	2	3259.80	3
6820.66	2	5972.75	2	5254.77	2	4563.77	2	4282.53	2	3802.08	3	3232.78	3
6805.53	2	5966.12	3	5243.22	2	4559.30	2	4274.72	2	3801.68		3232.65	
6693.37	2	5961.03	2	5224.88	8	4552.72	2	4269.95	2	3780.91	3	3222.06	3
6678.68	2	5947.84	4	5071.96	2	4552.03	4	4269.55	4	3770.02	3	3221.37	3
6621.89	3	5947.34		5069.38	5	4546.68	3	4263.49	2	3769.37		3215.70	4
6620.93		5902.90	3	5054.83	4	4543.70	3	4259.51	3	3760.80	3	3207.37	3
6612.00	2	5901.45		5053.50	6	4536.85	2	4244.53	4	3760.30		3198.93	3
6609.35	2	5880.48	2	5015.54	5	4535.25	4	4241.61	2	3758.07	2	3191.70	3
6574.22	3	5864.88	4	5006.38	5	4534.90		4219.55	2	3749.82	2	von 3183.62	[5]
6563.52	2	5851.81	3	4982.83	4	4513.45	4	4171.35	3	3708.06	3	bis 3180.85	
6538.42	2	5845.53	2	4887.12	5	4513.09		4154.85	2	3688.20	2	3176.69	3
6532.68	3	5839.22	2	4844.03	7	4505.03	2	4137.59	4	3683.52	2	3163.52	3
6508.27	2	5805.11	6	4816.30	2	4495.49		4118.37	2	3682.25	3	3159.30	3
6500.63	2	5735.33	5	4807.56	2	4494.69	3	4118.21		3632.87	4	3134.00	4
6484.38	2	5698.06	2	4800.12	2	4494.15		4102.85	4	3632.10		3120.29	2
6464.40	2	5688.57	3	4757.97	6	4484.37	6	4074.49	5	3617.68	4	3117.70	2
6445.43	5	5683.10	2	4757.73		4466.92	4	4070.75	5	3607.23	2	3108.12	4
6439.43	2	5677.18	3	4729.85	2	4466.55		4070.12		3570.82	3	3107.35	
6404.46	4	5676.86		4725.31	2	4460.69	2	4045.75	2	3545.39	3	3106.02	2
6386.73	2	5674.65	3	4700.60	2	4456.30	4	4044.43	2	3510.18	2	3093.63 [6]	2
6303.56	2	5673.81	2	4693.91	3	4455.65		4037.02	2	3495.42	3	3073.43	2
6292.34	6	5664.59	2	4681.38	2	4437.07	3	4019.41	2	3443.13	4	3049.79	3
6286.18	2	5660.98	3	4680.70	10	4415.88	3	4016.65	3	3429.72	2	3046.53	2
6259.29	2	5648.60	5	4668.65	2	4415.24		4015.38	2	3427.85	2	3043.91	3
6254.55	3	5632.17	4	4660.05	10	4412.34	3	4008.90	6	3413.70	4	3041.96	3
6203.76	3	5631.52		4657.64	4	4408.43	3	4000.82	2	3413.11		3033.65	2
6196.61	2	5514.94	8	4642.76	4	4404.10	4	3983.45	3	3373.89	3	3026.85	3
6161.64	3	5503.71	2	4635.02	3	4385.00	4	3970.94	2	3371.50	4	3025.01	3
6161.06		5492.58	4	4613.50	4	4378.65	3	3962.48	3	3371.21		3017.55	2
6155.05	3	5478.07	3	4610.10	4	4372.69	3	3881.50	2	3354.60	3	3016.57	2
6153.96	2	5435.36	4	4600.15	4	4364.94	3	3872.96	2	3331.84	4	3013.93	2
6144.14	2	5388.26	2	4592.76	2	4355.32	2	3868.08	4	3326.33	3	3013.32	
6128.51	3	5368.95	2	4592.59		4307.79	4	3846.35	2	3311.53	3	3009.20	2

[1]) Vier Linien zusammen i = 4.

[2]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 606.

[3]) Untersuchungen über die Spektra der Metalle, VII. Teil, Spektrum des Wolframs, Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, Bd. XXXVIII, Nr. 5.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

[5]) Verschwommener Streifen.

[6]) Koïnzidiert mit einer Aluminiumlinie.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2997.91	2	2966.69	2	2896.55	5	2853.55	3	2792.85	3	2708.98		2606.50	3
2995.38	2	2964.66	3	2896.10		2848.10	3	2779.81	2	2708.86		2589.20	2
2993.73	2	2947.50	3	2879.50		2847.90		2774.60	3	2708.65	6	2513.01	2
2979.98	2	2947.08	4	2879.20	5	2833.78	2	2774.12		2708.25		2510.28	2
2977.34		2944.51	4	2878.80		2831.50	2	2760.90	3	2707.95		2508.81	3
2977.24	3	2935.10	2	2866.46	3	2818.18	3	2760.14		2657.43	2	2508.55	
2976.90		2925.25	2	2866.15		von 2807.81	[1]	2724.44	3	2656.60	2	2426.08	2
2967.66	2	2911.12	2	2857.21	2	bis 2801.27		2719.00	3	2633.20	2	2424.30	2
2967.20		2910.57		2853.93	3								

Uran.

Das Bogenspektrum des Urans ist auf Tafel XV, Nr. 5 und 6, Tafel XXI, Nr. 5 (Gitterspektrum), Tafel XXIV, Nr. 8 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXIX, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das ganze Spektrum besteht aus sehr zahlreichen, zumeist aber feinen, wenig charakteristischen Linien, welche scheinbar in ein kontinuierliches Spektrum eingebettet sind, wodurch das Uran-Bogenspektrum ein eigentümliches Aussehen bekommt. Das kontinuierliche Spektrum zeigt einige Maxima der Schwärzung, was am besten aus Tafel XXIV, Nr. 8, zu erkennen ist. Das Linienspektrum wurde von uns[2]) im Bezirke 7130 bis 4641, ferner von Exner und Haschek[3]) von 4695 bis 2263 gemessen. Charakteristische Linien sind meistens im roten, gelben und gelbgrünen Bezirk vorhanden. Einige dieser Linien wurden im Funkenspektrum des Urans von Thalén optisch gemessen. Die stärkeren Linien des Uranbogenspektrums, welche sich in den Abbildungen finden, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7130	8	6379.80	4	6153.84	3	5986.28	5	5850.50	2	5765.50	3	5680.57	2
7102	3	6378.74	5	6152.45	3	5976.48	7	5849.78	2	5763.73	2	5679.14	2
7075.05 [4])	6	6376.13	2	6140.53	2	5974.95	3	5849.40		5762.69	2	5677.49	2
6917.33	3	6374.93	3	6138.75	2	5971.68	5	5846.29	2	5761.98	2	5675.10	2
6876.98	3	6373.20	6	6132.82	4	5964.19	2	5845.65	4	5758.31	5	5674.54	2
6846.56	3	6372.64		6129.95	4	5957.03	4	5844.03	2	5757.47		5669.71	5
6827.15	5	6359.49	4	6127.88	3	5955.02	2	5843.47	3	5751.85	3	5666.08	2
6790.55	2	6339.04	2	6102.00	3	5952.17	3	5842.02	3	5750.63	4	5665.14	3
6741.60	2	6330.91	3	6100.12	3	5949.84	2	5839.19	2	5748.93		5664.54	2
6683.60	2	6322.60	3	6089.39	3	5948.71	3	5837.84	4	5748.45	4	5658.54	3
6621.90	3	6307.21	3	6087.49	3	5943.48	2	5836.24	3	5748.13		5655.08	2
6620.74	3	6298.80	4	6085.12	2	5942.97	2	5835.46	2	5741.36	3	5654.63	3
6604.27	2	6293.54	5	6080.60	2	5940.15	2	5833.98	2	5737.35	2	5654.06	
6590.34	2	6292.27	4	6077.48	5	5935.51	2	5832.62	3	5736.54		5648.62	2
6557.87	2	6291.72	2	6067.45	3	5934.69	2	5830.98	2	5733.32	3	5644.47	2
6555.27	4	6280.43	4	6062.47	3	5934.05	4	5828.15	3	5731.98	2	5640.60	3
6543.25	3	6279.84	3	6059.92	3	5929.47	3	5816.03	2	5731.53	2	5638.18	3
6535.71	3	6276.85	2	6057.23	4	5925.61	4	5814.57	3	5723.78	4	5637.01	3
6527.32	2	6270.76	2	6056.94	4	5915.63	10	5814.04	3	5722.37	2	5634.62	4
6526.30	2	6268.92	3	6051.93	5	5911.74	2	5811.44	2	5721.72	2	5632.69	3
6519.19	3	6261.65	2	6050.78	4	5902.74	4	5805.35	3	5716.00	3	5629.75	3
6503.84	4	6254.42	3	6039.79	3	5898.99	3	5803.75	2	5715.84	3	5629.17	2
6495.46	2	6251.97	2	6028.33	3	5895.52	4	5802.27	3	5715.35	3	5628.31	3
6488.59	3	6246.73	2	6017.67	8	5892.83	4	5800.94	2	5714.35	2	5627.84	3
6470.77	2	6239.40	2	6016.90	3	5887.17	3	5798.66	3	5709.66	4	5624.31	2
6465.21	6	6234.42	3	6014.20	2	5877.42	2	5796.65	3	5707.10	3	5621.69 [5])	5
6449.38	10	6232.71	3	6011.06	2	5874.89	2	5791.90	3	5705.79	3	5621.00	4
6431.19	2	6222.34	3	6008.94	3	5871.15	4	5788.70	3	5704.20	3	5617.17	2
6425.11	3	6215.55	4	6005.91	3	5863.65	3	5783.27	2	5703.01	3	5616.73	3
6411.88	3	6203.46	2	6005.02		5859.88	2	5782.95	2	5700.03	3	5614.98	2
6400.52	3	6202.09	2	6000.34	3	5859.38	2	5782.16	3	5698.51	3	5613.47	2
6397.38	4	6175.58	4	5999.56	4	5856.68	2	5780.74	3	5695.33	3	5611.04	5
6395.66	8	6174.58	3	5998.16	3	5854.77	2	5777.86	2	5695.06		5609.02	3
6392.98	4	6173.05	3	5997.55	6	5854.12	3	5777.05		5691.57	5	5597.53	3
6390.02	4	6172.05	6	5996.93	2	5852.20	3	5771.17	3	5685.42	3	5587.30	2
6383.73	3	6164.81	5	5990.19	3	5851.43	2	5767.59	3	5683.52	3	5581.81	4

1) Neun schwächere Linien bilden einen breiten Streifen; in der Abbildung auf Tafel XXIX, Nr. 5, deutlich erkennbar.

2) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 595.

3) Wellenlängentabellen, 1904.

4) Nur auf Tafel XXI, Nr. 5, als kräftige Linien zu sehen.

5) Von 7130 bis hierher siehe auf Tafel XXI, Nr. 5.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5581.39	3	5278.27	2	4842.59	3	4510.47	3	4096.55	2	3702.75 [3]	4	3020.67	2
5581.01	3	5276.09	2	4819.65	3	4490.98	3	4091.80	3	3670.69	6	2984.72	2
5573.77	2	5272.20	2	4815.87	2	4477.85	3	4090.30	5	3670.21	3	2982.88	2
5570.77	3	5257.19	3	4811.12	3	4472.51	5	4062.71	4	3659.72	4	2976.47	2
5564.37	8	5247.84	4	4786.12	2	4469.50	2	4058.29	2	3659.29		2971.19	2
5563.92	3	5247.49		4780.30	3	4463.15	3	4050.24	4	3655.03	2	2968.04	2
5558.03	4	5241.76	2	4779.76	3	4460.47	2	4044.59	2	3653.39	2	2944.00	2
5556.04	2	5238.75	2	4778.26	3	4434.69	3	4042.91	2	3652.24	2	2942.05	3
5552.78	3	5234.27	3	4777.80	2	4434.05		4026.17	2	3644.32	2	2940.48	3
5551.58	3	5225.26	2	4773.55	2	4427.09	3	4019.15	2	3639.62	2	2914.74	2
5548.21	2	5222.03	3	4772.85	4	4393.79	3	4017.89	2	3638.73		2914.35	
5544.94	3	5217.02	2	4769.40	3	4373.58	2	4005.86	3 v.	3638.31		2895.68	2
5544.63		5205.27	3	4768.80	3	4372.95		4005.37		3623.09	2	2889.74	2
5538.63	3	5204.40	3	4756.90	6	4372.74		3990.60	3	3622.81		2888.35	2
5535.93	3	5184.69	3	4755.88		4362.42	2	3985.95	3	3618.88	2	2887.35	2
5534.88	2	5180.92	2	4743.62	2	4362.21	4	3980.97	2	3609.03	2	2882.85	2
5531.45	3	5164.23	4	4742.45	2	4355.88	4	3966.71	3	3599.09	2	2865.78	2
5530.90	2	5160.40	4	4731.68	4	4341.87	4	3954.80	2	3589.93	2	2859.01	2
5528.04	10	5145.18	2	4727.54	2	4341.17	2	3953.75	2	3589.82		2832.18	2
5521.23	2	5144.64	2	4722.90	3	4314.03	4	3944.00	3	3566.72	3	2829.04	2
5513.53	4	5142.50	2	4715.83	3	4313.30		3935.56	2	3534.46	2	2821.22	3
5511.68	4	5117.34	3	4708.35	2	4300.44	2	3932.20	5	3531.76	2	2818.05	2
5510.62	4	5088.45	2	4702.67	2	4297.27	2	3902.68	3	3514.79	3	2802.67	3
5504.30	4	5095.98	2	4702.19	2	4288.96	3	3902.37		3489.50	3	2794.05	2
5501.74	3	5077.93	2	4701.25	4	4282.17	4	3890.51	3	3473.60	2	2784.57	2
5500.88	3	5076.84	2	4689.24	4	4269.75	3	3874.16	2	3454.74	2	2770.16	2
5496.62	4	5074.85	3	4685.92	2	4268.09	2	3871.20	3	3435.65	3	2765.52	2
5494.84	3	5063.88	3	4682.20	2	4246.41	2	3867.30	3	3413.39	2	2754.24	2
5493.13	8	5053.50	2	4671.55	3	4244.51	5	3866.91		3391.10	2	2734.08	3
5491.39	4	5027.56	5	4667.00	3	4241.81	5	3866.05		3390.50		2698.14	2
5489.08	3	5011.56	2	4663.91	3	4231.80	2	3859.70	4	3360.16	2	2691.14	2
5487.22	3	5008.35	4	4661.85	2	4222.53	2	3855.97 [1]	2	3341.80	2	2686.06	2
5486.69	2	4993.10	2	4646.72	4	4217.92	2	3855.52	2	3337.91 [3]	3	2683.38	2
5482.70	4	4972.29	3	4643.76	2	4214.03	2	3854.76	3	3306.04	3	2669.30	2
5481.35	5	4967.48	3	4641.77	2	4211.77	2	3854.35	3	3270.26	3	2649.14	2
5480.47	5	4965.56	2	4631.81	4	4198.36	3	3839.72	2	3263.25	2	2645.54	3
5475.89	5	4955.95	3	4627.25	4	4189.41	2	3831.59	3	3155.96	2	2635.59	3
5465.83	3	4950.36	2	4620.42	5	4171.78	4	3826.65	2	3149.35	2	2633.05	2
5459.41	3	4944.67	3	4603.83	3	4163.86	2	3812.15	2	3139.71	2	2632.75	
5409.18	2	4942.80	2	4576.80	3	4156.81	3	3809.06	2	3125.06	2	2631.36	2
5401.07	3	4928.54	3	4573.86	3	4155.57	3	3801.29	2	3119.44	2	2629.00	2
5386.36	3	4924.76	2	4570.07	3	4154.13	3	3795.29	3	3111.75	3	2601.61	2
5368.54	2	4913.28	3	4567.85	3	4142.01	2	3783.01	3	3093.15	3	2591.35	2
5329.41	3	4911.78	3	4564.10	3	4141.40		3751.85	3	3072.93	3	2569.79	2
5319.57	2	4910.47	3	4552.14	3	4128.52	3	3751.32		3062.66	3	2565.49	2
5315.41	2	4899.41	4	4545.75	4	4128.22		3748.82	3	3061.75		2562.22	2
5312.01	3	4886.45	3	4543.81	5	4124.90	3	3740.83	3	3058.06	2	2562.04	
5310.16	2	4885.27	3	4538.25	3	4116.65	4	3740.30		3050.35	3	2500.94	2
5308.69	4	4883.91	2	4516.86	2	4116.23		von 3733.95	[2]	3044.29	3	2420.16	2
5300.68	2	4861.12	2	4515.42	4	4107.10	2	bis 3731.60		3033.30	2	2373.19	2
5288.43	2	4858.24	2	4511.90	3	4106.50		3719.44	2	3022.33	3	2367.13	2
5280.55	5	4856.82	2	4511.32		4098.21	2						

Mangan.

Das Bogenspektrum des Mangans wurde mittels Manganchlorür, beziehungsweise metallischem Mangan, zwischen Kohleelektroden als Lichtquelle erhalten und ist auf Tafel XV, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), Tafel XXIV, Nr. 9 und 10 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXIX, Nr. 7 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Spektrum zeigt eine Anzahl von sehr charakteristischen und kräftig hervortretenden Liniengruppen in den verschiedenen Spektralbezirken, deren kräftigste das Triplet 6022.02, 6016.86 und 6013.72 enthält. Ferner fallen die kräftigen Linien zwischen 5573.92 und 5420.54, zwischen 4823.69 und 4709.91, sowie die Liniengruppe von 4464.86 bis 4451.78 (siehe die Tabelle) besonders ins Auge.

Außer dem Linienspektrum sind auf Tafel XV, Nr. 7 (Gitterspektrum), noch einige Banden deutlich zu erkennen. Es sind dies die Banden, deren Kanten von uns mit dem Maßstabe am Negative gemessen wurden, und zwar eine Bande mit der Hauptkante 6178, den Nebenkanten 6204, 6237, 6276 (nach Rot verlaufend), eine zweite Bande mit der Hauptkante 5882, den Nebenkanten 5911, 5944 (nach Rot verlaufend) und einer Vorkante mit dem Maximum der Schwärzung 5856,

[1]) Erscheint als Linie i = 6.

[2]) Acht Linien bilden scheinbar ein Band.

[3]) Fällt mit mehreren schwachen Linien zusammen und erscheint daher kräftiger.

weiters eine Bande mit den Kanten 5586, 5610 u. a. (nach Rot verlaufend) und endlich eine Bande mit der Hauptkante 5361 und den Nebenkanten 5391, 5424. Alle diese Banden finden sich im Flammenspektrum des Mangans bei Verwendung von Manganchlorür in der Flamme des Bunsenbrenners, wie aus der Abbildung auf Tafel VIII, Nr. 6, deutlich zu ersehen ist, und dürften dem Manganoxyd angehören.

Im Spektrum des kleinen Bogens zwischen Metallelektroden ist die Helligkeit vieler Linien jener der betreffenden Funkenlinien gleich, während sie bei Verwendung von Mangansalzen zwischen Kohleelektroden Verschiedenheiten aufweist. Zum Beispiel treten die Linien 2949, 2941 und 2933 im kleinen Bogen (siehe Tafel XXIX, Nr. 7) gegenüber anderen, zum Beispiel 2926 und 2915, außerordentlich kräftig hervor, was auch im Funkenspektrum (Tafel XLIX, Nr. 2) der Fall ist. Dagegen treten diese Linien bei Verwendung von Manganchlorür zwischen Kohleelektroden zurück. Die folgende Tabelle enthält die wichtigsten Linien des Mangan-Bogenspektrums. Die Zahlen sind zum Teil eigenen Messungen[1], zum Teil jenen von C. Fritsch[2]) und von Exner und Haschek[3]) entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7070.16	2	5481.65	7	4709.91	8	4235.30	10	3911.30	2	3460.47	5	3066.15	5
6990.25	2	5470.86	8	4701.34	4	4220.81	3	3899.83	} 3	3442.13	5	3062.26	5
6942.91	2	5457.70	4	4671.89	4	4211.90	4	3899.46	}	3439.12	3	3054.49	6
6605.80	4	5433.47	} 10	4643.01	3	4201.90	4	3844.12	5	3345.48	2	von 3047.14	} 5)
6586.61	3	5432.75	}	4626.76	6	4190.15	4	3841.20	8	3343.86	2	bis 3044.70	}
6571.08	3	5420.54	8	4607.80	3	4176.73	4	3839.92	6	3330.79	4	3043.50	2
6533.77	3	5413.91	6	4605.58	6	4148.96	3	3834.50	6	3320.81	3	3040.75	3
6519.64	} 5	5407.62	8	4548.77	3	4141.20	3	3834.01	4	3317.44	4	3022.91	4
6519.02	}	5406.32	2	4544.60	3	4135.18	3	3824.03	4	3316.45	2	3016.60	4
6491.93	8	5399.72	6	4542.63	3	4131.24	3	3823.65	5	3315.04	3	3014.81	3
6490.86	2	5394.88	5	4523.58	2	4114.53	2	3816.90	3	3314.57	3	3012.99	4
6443.77	3	5377.83	6	4502.40	6	4113.41	2	3809.75	5	3313.63	} 3	3011.31	4
6441.26	5	5377.35	4	4499.10	6	4111.02	3	3806.93	6	3313.36	}	3007.81	4
6439.31	3	5350.03	3	4496.82	5	4105.51	2	3790.33	5	3312.02	3	2949.35	6
6414.18	3	5348.24	3	4491.81	3	4103.64	} 2	3767.84	2	3303.41	3	2941.16	3
6384.89	4	5344.62	3	4490.27	8	4103.12	}	3763.51	2	3298.35	2	2940.52	8
6382.44	3	5341.18	10	4479.57	2	4095.41	} 2	3750.90	2	3297.00	3	2940.03	2
6379.20	3	5324.53	4	4472.99	6	4095.24	}	3746.77	2	3280.88	3	2939.44	4
6356.34	2	5309.10	3	4470.30	6	4090.11	2	3737.03	2	3278.67	3	2938.02	2
6350.05	3	5260.94	3	4464.86	5	4083.82	} 6	3732.05	3	3264.83	5	2934.18	3
6344.37	3	5255.51	6	4462.31	6	4083.11	}	3729.05	3	3260.34	4	2933.21	3
6315.34	3	5197.36	2	4461.30	5	4079.61	} 6	3719.07	3	3258.51	4	2930.37	2
6265.87	3	5196.75	6	4460.51	6	4079.38	}	3706.22	3	3256.25	4	2928.81	2
6162.44	4	5151.14	6	4458.43	5	4070.42	4	3701.88	2	3254.14	3	2925.74	6
6121.82	3	5149.32	3	4457.71	} 4	4068.17	2	3696.69	3	3253.05	3	2914.71	6
6090.41	2	5118.11	4	4457.22 4)	}	4063.74	6	3693.82	4	3251.23	3	2907.33	2
6078.73	3	5087.02	2	4456.05	4	4061.90	4	3685.01	2	3248.62	4	2889.68	2
6057.42	2	5074.76	4	4455.51	4	4059.54	} 6	3682.22	2	3243.90	4	2886.79	3
6042.00	2	5030.02	4	4455.19	4	4059.09	}	3677.09	2	3240.72	} 4	2872.68	2
6022.02	20	5017.82	4	4453.21	4	4058.10	6	3670.67	3	3240.51	}	2858.75	2
6016.86	20	5010.52	2	4452.70	3	4055.70	6	3660.55	2	3237.43	3	2836.42	2
6013.72	20	5005.09	4	4451.78	5	4055.36	2	3629.89	4	3236.91	5	2830.90	3
5849.21	4	4985.99	3	4447.35	3	4048.90	6	3623.95	4	3235.1	3	2826.81	4
5817.08	4	4974.61	2	4436.59	} 6	4045.31	3	3619.45	4	3234.08	4	2822.66	3
5780.39	4	4966.09	6	4436.19	}	4041.53	6	3610.47	4	3230.84	3	2821.56	3
5738.50	3	4862.26	2	4419.98	3	4035.88	4	3608.63	4	3228.18	4	2819.03	} 6
5723.99	4	4855.01	} 3	4415.00	5	4034.62	20	3607.70	4	3226.12	2	2818.87	}
5720.43	3	4854.81	}	4412.08	3	4033.21	30	3595.28	4	3224.86	2	2818.08	}
5718.41	3	4844.52	4	4408.26	3	4030.92	30	3586.71	5	3217.04	4	2815.69	2
5700.84	2	4827.07	3	4382.84	} 6	4026.58	3	3578.03	6	3213.00	4	2815.12	3
5698.65	2	4825.77	4	4381.91	}	4018.28	6	3570.21	4	3207.03	3	2814.07	} 6
5626.50	2	4823.69	10	4375.13	3	3986.98	4	3569.95	6	3178.64	5	2813.57	}
5573.92	} 6	4823.52	3	4337.60	2	3985.40	4	3569.60	10	3161.19	4	2812.95	}
5573.25	}	4783.61	10	4312.74	5	3982.73	3	3548.35	2	3148.31	4	2809.21	2
5567.91	4	4783.13	6	4284.25	5	3953.00	4	3548.14	8	3120.53	2	2808.13	2
5552.67	2	4766.62	6	4281.29	6	3943.05	4	3547.94	8	3110.79	2	2806.90	2
5552.19	5	4766.03	6	4278.83	3	3929.41	2	3532.23	10	3097.15	3	2806.24	2
5538.03	8	4762.53	} 8	4266.08	6	3926.63	3	3497.69	3	3082.82	3	2804.44	2
5517.03	8	4761.71	}	4261.45	2	3922.81	} 5	3496.98	3	3081.47	3	2804.19	2
5506.11	6	4754.25	10	4257.83	6	3921.88	}	3488.84	4	3079.77	4	2803.72 6)	2
5504.49	2	4739.27	7	4239.90	6	3918.46	2	3483.08	4	3073.27	5	2802.87	3
5497.64	2	4727.66	8	4235.45	10	3911.56	2	3474.24	4	3070.47	5	2802.53	2

1) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 547.

2) Annal. d. Phys. [IV], 1905, S. 793.

3) Wellenlängentabellen, 1904.

4) Diese 13 Linien erscheinen in der Abbildung als breites schwarzes Band.

5) Vier Linien, welche zu einem einzigen breiten Band in der Abbildung Tafel XV zusammenfallen.

6) Erscheinen in der Abbildung auf Tafel XV als breiter verschwommener Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2801.18	10	2791.21	3	2778.65	2	2708.56	2	2623.40	2	2610.26	4	2584.24	2
2799.96	2	2790.47	3	2776.34	2	2703.99	2	2623.01		2605.76	6	2577.59	3
2798.36 [1]	10	2789.51 [1]	3	2771.54	2	2692.75	2	2620.09	2	2595.85	2	2576.77	5
2795.64	2	2789.29	3	2761.03	3	2630.66	2	2619.61	2	2593.90	6	2575.63	2
2794.92	10	2782.84	2	2726.22	4	2626.74	2	2619.00	2	2584.43	2	2572.92	2
		2780.10	2	2713.43	3	2624.90	2	2618.21	2				

Eisen.

Das Bogenspektrum des Eisens wurde sowohl mit metallischem Eisen zwischen Kohleelektroden als auch mittels des zwischen zwei Eisenstiften unter Verwendung eines Gleichstroms von 1 bis 2 Ampère und 220 Volt erhaltenen kleinen Flammenbogens hergestellt und sind die entsprechenden Spektren auf Tafel XV, XXIV und XXIX abgebildet. Die Abbildung auf Tafel XV, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), stellt ein Eisenbogenspektrum mit langer Expositionszeit, Nr. 11 und 12 ein solches mit kurzer Expositionszeit dar; bei dem ersteren Spektrum kann man im roten Bezirke außer zahlreichen feinen Linien auch das Auftreten von Spuren der Oxydbanden[2]) konstatieren. Das zur Herstellung dieser Spektren verwendete Eisen war kupfer- und manganhältig und es treten die Hauptlinien des Kupfers ziemlich kräftig, jene des Mangans schwächer auf.

Das Bogenspektrum des Eisens, welches auf Tafel XXIV, Nr. 11 und 12 (Glasprismenspektrum), und jenes, welches auf Tafel XXIX, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet erscheint, wurde mit Hilfe des kleinen Bogens gewonnen.

Die Eisenbogenlinien werden wegen ihrer großen Schärfe in der Regel als Standards bei Wellenlängenmessungen benützt und sind daher von verschiedenen Spektralanalytikern sehr genau gemessen worden. Rowland gibt in seiner „Table of Standard wave-lengths" die Wellenlängen von Eisenlinien sowohl im Bogen-, wie im Funkenspektrum, wobei sich bekanntlich kleine Differenzen in den letzten Dezimalen ergeben haben. Eine komplette Zusammenstellung der Eisenlinien im Sonnenspektrum befindet sich in Rowlands „Preliminary table of solar Spektrum wave-lengths". 1910 wurden auf Grund der Messungen von Fabry und Buisson, Eversheim und von Pfund laut Beschluß der IV. Versammlung der internationalen Union eine Anzahl von Eisenlinien von 4282.408 bis 6494.993 als „secondary Standards" im „International System" aufgestellt[3]). H. Kayser veröffentlichte genaue Messungen von Eisenlinien als Standards 3. Ordnung im Internationalen System zwischen 4118.553 und 6494.994 im Astrophisic. Journal, Bd. XXXII, 1910, S. 217.

Den in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen liegen Messungen von E. A. Kochen[4]), ferner von H. Kayser[5]) und von Exner und Haschek[6]) zugrunde. Die Intensitäten sind denjenigen der Linien in den verschiedenen Abbildungen angepaßt worden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7511.33	3	6569.46	4	6318.26	5	6141.98	3	5914.36	5	5641.67	3	5481.45	3
7411.37	3	6546.50	5	6315.56	3	6137.92	7	5884.06	3	5638.49	3	5481.07	
7187.67	4	6518.62	3	6302.78	6	6137.22	2	5862.56	4	5634.17	3	5476.78	5
7131.27	3	6496.67	3	6301.79	5	6136.84	7	5859.83	4	5624.77	6	5476.50	2
7068.74	3	6495.27	10	6298.04	3	6128.13	3	5816.55	3	5615.88	15	5474.11	3
6979.15	3	6482.13	3	6280.85	3	6103.42	3	5791.24	3	5603.19	5	5466.61	3
6945.49	4	6475.88	3	6270.46	2	6102.41	4	5782.36	5	5598.52	3	5463.49	7
6917.04 [7]	2	6462.98	3	6265.38	4	6078.70	4	5775.30	3	5586.99	10	5455.83	10
6858.50	2	6431.09	5	6256.61	3	6065.71	6	5763.22	6	5576.32	5	5447.13	10
6855.50	4	6421.61	5	6254.50	3	6056.19	4	5753.34	4	5573.08	6	5445.26	6
6844.00	3	6420.23	4	6252.79	6	6042.29	3	5752.25	3	5569.85	6	5434.74	8
6841.66	3	6411.94	5	6246.58	6	6027.27	3	5731.98	3	5565.93	3	5429.91	10
6828.91	3	6408.31	5	6232.89	3	6024.26	6	5718.06	3	5563.82	3	5424.29	8
6753.04	2	6400.33	8	6230.94	8	6022.05	3	5715.31	2	5555.12	4	5415.42	7
6750.45	2	6393.85	8	6219.50	4	6020.37	4	5709.60	5	5544.16	3	5411.12	6
6678.27	6	6380.99	3	6215.35	2	6008.81	4	5706.22	4	5543.41		5405.99 [8]	10
6663.72	3	6358.91	3	6213.65	4	6003.27	3	5701.77	3	5535.64	3	5404.36	8
6634.03	3	6355.29	3	6200.53	3	5987.27	3	5686.76	3	5525.77	3	5400.71	4
6609.36	2	6344.39	2	6191.78	8	5986.76		5679.25	3	5507.00	6	5397.34	10
6594.12	4	6337.11	5	6173.55	3	5985.02	4	5662.74	5	5501.68	5	5393.38	5
6593.18	6	6335.59	5	6170.71	3	5934.91	3	5659.05	7	5497.74	6	5391.66	3
6575.27	2	6322.93	3	6157.94	3	5930.35	5	5655.72	3	5487.96	4	5389.68	3

1) Erscheinen in der Abbildung auf Tafel XV als breiter verschwommener Streifen.

2) Dieselben wurden von E. Domek gemessen. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 437.

3) Astrophysic. Journal, Bd. XXXII, S. 215.

4) Der rote Teil des Eisenbogenspektrums, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1907, S. 285.

5) Normalen aus dem Bogenspektrum des Eisens, Annal. d. Phys., [IV], Bd. III, 1900, S. 195.

6) Wellenlängentabellen, 1904.

7) Diese Linien sind in den Abbildungen nicht zu sehen, da die verwendeten Platten in diesem Bezirke zu geringe Empfindlichkeit besitzen, treten aber bei Verwendung von Dicyaninplatten scharf hervor.

8) Fallen in der Abbildung zu einer einzigen scheinbar sehr starken Linie zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5383.58	5	5068.94	4	4528.80	8	4172.29	4	3887.19} [1]	6	3683.21}	4	3497.29	3
5379.78	2	5065.21	4	4526.73	3	4171.07	2	3886.43}	8	3682.39}	4	3495.45	3
5373.91	3	5051.83	5	4525.31	4	4158.96	3	3878.72	8	3680.06	7	3490.72	10
5371.73	10	5050.01	5	4494.76	6	4157.95	3	3878.17	8	3677.80	} 5	3485.49	3
5367.67	5	5041.94	} 5	4490.25	} 3	4156.96	4	3872.70	} 7	3677.45	}	3483.16	2
5365.07	5	5041.26	}	4489.93	}	4154.98}	3	3871.89	}	3676.46	3	3476.85}	8
5353.57	2	5028.31	} 3	4484.42	3	4154.67}	3	3865.67	5	3669.67	} 5	3475.76}	3
5343.62	2	5027.31	}	4482.39	5	4154.09}	3	3860.05	10	3669.29	}	3475.60}	8
5341.21	10	5022.41	3	4476.21	5	4147.84	3	3856.52	8	3659.67	3	3471.50	3
5333.09	2	5018.63	3	4469.57	3	4144.03}	10	3850.11	6	3655.63	3	3471.41	3
5328.70	} 15	5015.12	4	4466.74	4	4143.59}	4	3843.39	3	3651.62	5	3466.01	10
5328.24	}	5012.25	5	4461.84	4	4137.16	4	3841.19}	8	3650.43	} 3	3460.07	3
5324.37	7	5006.31}	6	4459.31	4	4134.83	3	3840.59}	8	3650.17	}	3458.45	3
5307.54	3	5005.90}	4	4454.57	3	4132.25	10	3834.37	6	3649.65	3	3452.40	} 4
5302.48	5	5002.04	5	4447.91	4	4118.71	5	3833.46	2	3648.00	10	3452.05	}
5288.71	2	4994.32	3	4443.36}	4	4114.61	2	3828.00}	10	3640.54	4	3450.48	3
5283.80	8	4985.73	} 3	4442.52}	3	4109.97	3	3827.97}	7	3638.44	3	3445.30	4
5281.97	7	4985.43	}	4430.80	3	4107.65	3	3826.03	15	3632.20}	3	3444.03	8
5273.56	} 4	4984.08}	3	4427.49	5	4098.35	2	3824.59	10	3631.62}	10	3441.14}	9
5273.34	}	4982.68}	5	4422.74	3	4096.14	2	3821.33}	3	3631.24}	3	3440.76}	9
5270.56	} 15	4966.27	3	4415.30	15	4084.67	3	3820.57}	10	3630.51	2	3428.33	3
5269.72	}	4957.79}	7	4407.87	3	4080.00	2	3815.99	8	3622.16	} 5	3427.26}	8
5266.74	6	4957.48}	4	4404.93	20	4076.79	3	3813.20	6	3621.61	}	3426.76}	3
5263.49	5	4939.87	} 5	4391.14	2	4071.90	10	3807.68	} 3	3618.92}	10	3426.51}	3
5253.63	3	4939.00	}	4383.72	30	4068.14	6	3806.85	}	3617.94}	3	3424.43	4
5250.82	4	4920.69}	10	4376.10	4	4063.76}	10	3805.50	4	3617.47}	2	3422.81	3
5242.66	4	4919.17}	7	4369.95	3	4062.61}	6	3799.69}	6	3612.24	2	3418.65	} 6
5233.12	8	4910.20	3	4352.91	4	4055.71	2	3798.66}	6	3610.32	3	3417.97	}
5230.03	4	4903.50	4	4346.74	2	4045.98	15	3797.66}	3	3609.01	10	3413.28	5
5227.36	} 10	4891.68	} 10	4337.22	5	4044.78	2	3795.15	8	3606.84}	7	3407.60}	7
5227.04	}	4890.95	}	4325.94	15	4034.64	3	3790.24	3	3605.62}	5	3406.94}	3
5217.55	4	4878.41	4	4315.26	6	4032.80	} 3	3788.03	6	3603.35	} 4	3404.50	4
5216.44	3	4872.33}	7	4309.54	3	4032.13	}	3778.67	2	3602.66	}	3402.39	2
5208.78	4	4871.51}	4	4308.09	15	4030.67	} 5	3776.61	2	3599.78	2	3401.67	3
5204.77	2	4859.93	5	4299.42	5	4029.86	}	3770.45	2	3594.77	3	3399.47	4
5202.52	4	4823.70	3	4294.29	6	4022.03	3	3767.34	10	3589.59	} 4	3397.12	2
5195.65	} 5	4789 85	3	4291.63	2	4017.30	2	3765.69	4	3589.26	}	3394.72	2
5195.09	}	4787.00	3	4285.61	2	4014.68	3	3763.94	10	3588.75	3	3392.81	} 5
5192.52}	6	4754.23	3	4282.57	6	4009.85	3	3758.38	10	3587.14}	7	3392.45	}
5191.63}	5	4736.96}	6	4271.93}	8	4007.43	3	3753.74	3	3586.27}	3	3384.11	3
5184.45	2	4736.03}	2	4271.33}	7	4005.42	8	3749.63}	10	3585.88} [2]	4	3380.24	3
5171.78	5	4733.78	3	4260.66	10	3998.21}	2	3749.07}	2	3585.48}	4	3378.81	4
5169.07	3	4728.73	} 3	4250.95}	10	3997.55}	5	3748.41}	8	3584.84}	3	3370.96	4
5167.68	} 10	4727.58	}	4250.30}	5	3977.89	3	3746.06	8	3581.35	15	3369.70	3
5166.45	}	4710.47	} 3	4247.60	3	3969.41	10	3745.71	10	3574.02	3	3367.68	4
5162.45	5	4709.27	}	4245.42	3	3966.75	} 4	3743.51	10	3572.15	3	3366.99	3
5153.41}	3	4707.46	4	4238.98	3	3966.22	}	3737.28	7	3570.26	15	3366.92	2
5152.09}	2	4691.60	3	4236.12	6	3956.82}	4	3735.46}	3	3565.54	10	3355.36	3
5151.02}	3	4679.03	4	4233.77	5	3956.61}	2	3735.02}	15	3558.67	7	3351.88	2
5148.41	4	4673.35	4	4227.61	5	3948.93	3	3733.47	8	3557.02	4	3348.06	2
5143.11	} 4	4669.35	3	4225.62	2	3945.27	2	3732.54	3	3555.04	6	3342.34	3
5142.69	}	4668.33	} 5	4224.34	3	3941.03	3	3731.10	2	3545.79	3	3342.06	2
5139.64	} 6	4667.63	}	4222.39	3	3935.97	3	3727.77	10	3542.24}	7	3337.79	3
5139.43	}	4654.80	4	4219.52	3	3930.49	7	3724.53	4	3541.26}	7	3328.99	3
5133.87	5	4647.62	4	4216.33	3	3928.07	7	3722.71	8	3540.85}	2	3325.59	2
5127.53	2	4638.19	} 3	4210.52	4	3923.06	7	3720.08	10	3540.29}	2	3317.25	2
5123.90	3	4637.69	}	4202.20	8	3920.40	7	3709.40}	10	3536.69	4	3314.87	3
5110.57	4	4625.23	3	4199.26}	6	3918.47	2	3708.06}	10	3533.36	} 4	3306.48	} 10
5107.82	4	4619.47	3	4198.80}	2	3917.30	} 4	3707.20	3	3533.15	}	3306.11	}
5107.62	4	4613.39	4	4198.47}	5	3916.88	}	3705.71	9	3529.96	3	3298.26	3
5105.72	4	4607.83	2	4191.61	5	3906.62	6	3702.18	2	3527.95	3	3292.72	4
5098.89	3	4603.13	} 5	4187.99}	8	3903.10	8	3701.23	3	3526.82}	3	3286.88	6
5097.18	2	4602.18	}	4187.22}	6	3899.85	8	3695.20	3	3526.55} [2]	3	3284.72	3
5090.95	2	4592.84	4	4185.08	3	3898.16	} 4	3694.15	3	3526.32}	4	3280.39	3
5083.52	3	4556.31	4	4181.92	4	3898.05	}	3689.60	3	3526.20}	3	3271.13	4
5079.92	} 4	4549.64	4	4175.80	} 6	3895.80	6	3687.61	7	3521.42	7	3265.75	4
5079.41	}	4531.33	4	4175.08	}	3893.54	3	3686.15	3	3513.97	8	3257.72	2
5074.93	4	4529.85	3	4172.90	4	3888.67 [1]	6	3684.26	3	3498.00	9	3253.04	2

[1]) Fallen scheinbar zu einer Linie zusammen.

[2]) Fallen scheinbar zu einer starken Linie zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3248.33	3 + Cu	3134.21	4	3001.07	4	2863.54	3	2739.64	5	2585.96	4	2468.97	2
3246.62	2	3132.63	3	3000.97	2	2859.01	2	2737.41	5	2582.41	2	2465.24	2
3244.31	4	3125.77	5	3000.55	3	2851.91	6	2735.57	4	2578.01	3	2462.74	3
3239.56	5	3119.61	2	2999.63	5	2848.83	2	2733.98	4	2575.85	3	2462.28	2
3236.35	3	3116.75	4	2994.55	7	2845.68	3	2730.83	2	2574.46	3	2457.69	3
3234.74	4	3112.18	2	2987.41	3	2844.08	4	2728.91	3	2567.00	2	2453.57	2
3234.11	3	3100.78	5	2983.69	7	2843.74	3	2727.64	4	2563.56	5	2447.81	2
3231.09	4	3100.42 [1]	3	2982.00	5	2843.33	3	2725.02	3	2562.62		2442.66	2
3228.38	5	3100.06	3	2981.57		2838.23	4	2723.67	3	2549.71	4	2440.20	2
3227.91		3095.01	2	2980.65		2835.56	3	2721.00	5	2546.98	3	2439.83	3
3225.91	6	3091.69	6	2973.36	7	2832.54	5	2719.12	8	2546.07		2438.27	2
3222.19	6	3083.85	6	2973.25	3	2825.80	4	2718.53	3	2544.81	3	2431.13	2
3219.93	6	3075.83	7	2970.23	5	2825.66		2714.50	4	2544.02		2424.23	2
3219.71		3068.29	2	2969.62	3	2823.38	5	2711.75	3	2537.26	5	2413.39	3
3217.51	3	3067.36	9	2969.49	2	2817.61	2	2708.66	2	2536.85		2411.15	4
3216.06	3	3064.04	2	2967.02	5	2813.39	5	2706.67	4	2535.70		2410.60	
3214.16	5	3059.20	8	2965.38 [2]	5	2807.09	4	2706.13		2533.91	2	2406.74	4
3212.11	4	3057.56	8	2957.48	6	2804.62	4	2699.19	2	2529.93	5	2404.97	5
3211.81	2	3051.17	2	2954.06	6	2797.88	3	2690.15	2	2529.22		2404.52	2
3210.95	3	3047.72	10	2950.37	3	2795.64	3	2689.30	3	2527.53	4	2399.32	3
3210.36	3	3042.77	4	2948.00	7	2788.21	6	2680.54	2	2524.39	2	2395.71	3
3209.45	3	3042.15	2	2941.46	5	2788.06		2679.15	4	2523.75	2	2390.06	2
3205.51	4	3041.86	2	2937.91	5	2781.94	2	2673.32	2	2522.95	4	2388.71	3
3200.60	5	3041.77	2	2937.03	2	2778.33	3	2669.58	2	2518.20	3	2384.47	2
3199.64		3040.55	3	2929.12	6	2772.21	4	2667.04	4	2517.75	2	2383.32	2
3197.06	5	3037.51	7	2926.70	3	2768.62	4	2666.90		2511.86	2	2382.11	3
3193.42	5	3031.77	6	2923.96	4	2767.64		2631.42	6	2510.93	4	2380.84	3
3192.92	4	3031.31		2923.55		2762.13	5	2631.14		2507.99	2	2379.36	2
3191.78		3030.28	4	2923.41		2761.88		2628.38	4	2501.23	3	2375.27	2
3188.95	3	3026.59	3	2918.14	3	2757.41	3	2625.75	4	2496.63	2	2373.81	4
3185.02	3	3025.96	4	2912.27	5	2756.41	6	2623.63	3	2493.33	3	2368.67	2
3180.86	5	3025.72	2	2907.63	2	2755.83		2621.77	3	2491.51	2	2364.90	3
3180.35		3024.15	4	2901.50	2	2754.52	4	2620.50	2	2491.25	3	2360.38	4
3178.12	3	3021.19	10	2899.53	2	2754.15		2618.11	2	2490.74	4	2360.08	
3175.56	3	3020.76	10	2895.15	4	2753.80		2617.71	4	2489.84	2	2359.19	2
3175.15		3020.61	4	2894.62		2750.24 [2]	4	2613.91	4	2489.05	2	2348.38	4
3160.76	3	3019.11	3	2890.00	2	2747.08	5	2611.96	4	2488.23	4	2348.20	
3158.01	4	3017.75	3	2887.92	2	2746.58		2607.16	5	2484.28	2	2343.57	4
3157.16		3016.31	4	2880.87	2	2745.18	3	2606.92		2483.62	2	2338.08	2
3153.34	3	3009.69	7	2877.41	3	2744.62	4	2599.66	4	2483.36	4	2332.87	2
3151.46	3	3008.25	5	2874.28	3	2744.16	2	2599.48 [2]	4	2479.87	3	2331.38	2
3144.10	3	3007.41	3	2872.45	3	2742.51	10	2598.46	4	2473.15	3	2327.47	2
3142.57	2	3007.26	3	2869.42	4	2742.35	4	2588.10	4	2472.98	3	2298.25	2
3140.50	2	3003.14	4	2863.97	3								

Nickel.

Das auf Tafel XVI, Nr. 1 und 2, Tafel XXI, Nr. 6 (Gitterspektrum), Tafel XXV, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXIX, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildete Bogenspektrum des metallischen Nickels wurde mit Reinnickelelektroden im Flammenbogen erhalten.

Das „Reinnickelmetall" enthielt als Verunreinigungen Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan und in geringen Spuren Blei und Zinn.

Das so erhaltene Bogenspektrum des Nickels zeichnet sich durch eine große Zahl zumeist sehr scharfer und klar hervortretender Linien aus, die zuweilen sehr kräftig und sehr dicht gedrängt auftreten. Man benützt die Nickellinien und die Manganlinien mitunter als Standards im langwelligen Bezirke, in welchem sich im Eisenbogenspektrum Lücken zeigen. Unter den Nickellinien fällt die kräftig hervortretende Linie 5893.10 deshalb auf, weil sie gerade zwischen die beiden Natriumlinien zu liegen kommt.

Genaue Messungen über das Bogenspektrum des Nickels liegen von mehreren Seiten vor. Die in der Tabelle enthaltenen Wellenlängenzahlen sind den Messungen von B. Hasselberg[3]), L. Stüting[4]) sowie Exner und Haschek[5]) entnommen.

Die folgende Tabelle enthält diejenigen Linien, welche in den Abbildungen, insbesondere in jenen des Gitterspektrums, Tafel XVI, Nr. 1 und 2, deutlich zu sehen sind. Bezüglich des Bezirkes von 4300 bis 3900, welcher auf Tafel XVI, Nr. 2, sehr undeutlich zum Ausdruck kam, da bei längerer Exposition die Linien im Ultraviolett zu sehr gelitten hätten, sei auf Abbildung Tafel XXV, Nr. 1, (Glasprismenspektrum), verwiesen.

[1]) In unserer Abbildung fallen diese Linien, deren Intensitäten nach Exner und Haschek angegeben sind, zu einer sehr starken Linie (i = 15 bis 20) zusammen.

[2]) Fällt in der Abbildung mit einigen schwachen Linien zu einer starken Linie zusammen.

[3]) Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, Bd. XXVIII, Nr. 6.

[4]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VII, 1909, S. 73 (die Wellenlängen wurden auf Kaysersche Normalen umgerechnet).

[5]) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7122.87	3	5748.57	3	5038.80	3	4359.76	2	3572.02	8	3366.95	2	3064.75	6
6914.82	3	5715.31	5	5035.55	8	4331.83	} 5	3566.51	10	3366.32	4	3057.76	9
6772.60	3	5712.10	5	5017.75	7	4330.90		3561.90	3	3365.92	4	3054.42	8
6768.02 [1]	6	5709.80	6	5012.62	3	4325.78	} 4	3553.64	2	3364.75	2	3050.92	10
6643.91	8	5695.22	4	5000.48	3	4325.52		3551.71	2	3361.75	6	3045.15	4
6635.40	3	5682.44	5	4984.30	6	4307.51	3	3548.32	6	3322.50	6	3038.04	8
6598.80	3	5670.22	2	4980.36	6	4296.05	3	3530.73	2	3320.42	6	3031.98	4
6592.70	2	5664.28	4	4971.54	2	4288.15	3	3528.13	3	3315.82	8	3019.28	4
6586.57	4	5649.90	2	4953.34	3	4284.84	3	3524.68	10	3512.49	2	3012.11	6
6533.12	3	5637.32	2	4937.51	3	4201.89	3	3523.61	3	3287.08	4	3003.70	8
6483.04	5	5625.56	4	4936.02	3	4200.60	2	3519.97	5	3282.96		3002.58	10
6421.77	3	5615.00	4	4918.53	4	4195.72	3	3518.80	2	3282.81	} 4	2994.58	4
6414.87	3	5594.00	5	4904.56	5	4142.49	2	3515.21	10	3282.03		2992.71	4
6384.92	4	5592.44	10	4873.60	3	4121.48	4	3514.10	5	3271.25	4	2984.28	3
6378.47	5	5589.63	2	4866.42	6	4064.55	3	3510.52	8	3250.90	4	2983.56	2
6370.64	2	5588.12	5	4855.57	6	3994.15	2	3507.85	3	3249.55	3	2981.80	5
6366.68	3	5578.98	5	4838.80	2	3974.82	3	3502.73	3	3248.56	3	2961.30	2
6361.03	2	5553.97	3	4831.30	4	3973.71	4	3501.02	4	3243.20	5	2944.06	5
6339.41	5	5510.28	4	4829.18	5	3972.32	3	3493.11	10	3234.78	5	2914.12	2
6327.87	4	5495.20	2	4807.17	3	3970.65	2	3486.09	4	3233.06	5	2907.58	3
6314.93	6	5477.13	10	4786.66	7	3944.29	2	3483.98	6	3227.11	3	2865.61	2
6258.84	2	5462.71	4	4764.07	3	3913.14	2	3472.71	6	3225.19	5	2824.49	2
6256.62	7	5436.10	4	4762.78	3	3889.84	2	3469.65	4	3221.81	} 5	2821.42	4
6230.34	3	5424.85	4	4756.70	6	3858.51	10	3467.61	4	3221.41		2805.20	2
6223.57	4	5411.50	4	4752.58	3	3831.89	5	3461.80	10	3217.93	3	2802.40	2
6204.86	3	5371.64	4	4732.62	} 4	3807.35	8	3458.60	10	3216.93	2	2798.78	4
6191.41	8	5184.78	4	4731.95		3783.72	8	3453.02	8	3214.17	} 3	2746.85	3
6186.96	4	5176.73	4	4715.93	5	3775.75	9	3446.40	8	3213.53		2701.20	2
6177.01 [1]	6	5168.83	5	4714.60	8	3749.19	2	3437.45	7	3202.21	2	2696.60	2
6175.63	4	5155.92	6	4703.97	3	3739.40	3	3433.74	9	3200.50	2	2618.49	2
6170.73	2	5155.34	4	4701.70	3	3736.98	5	3423.87	7	3197.22	5	2544.35	2
6163.57	4	5146.64	8	4686.39	5	3722.64	4	3421.49	3	3195.67	3	2510.99	2
6130.38	3	5142.96	8	4667.94	3	3694.07	2	3414.91	10	3184.50	4	2454.11	2
6129.20	3	5137.23	8	4648.85	8	3688.59	3	3414.12	3	3183.40	} 2	2441.76	2
6116.38	7	5129.52	4	4606.40	4	3674.30	5	3413.66	5	3183.14		2438.00	2
6111.25	4	5125.39	4	4605.17	6	3670.60	3	3409.74	5	3181.89	2	2416.26	2
6108.37	6	5115.55	8	4600.56	5	3669.40	2	3403.58	3 + Co	3145.82	} 3	2394.66	2
6086.55	6	5103.13	2	4592.72	7	3664.27	5	3401.31	2	3145.23		2376.12	2
6053.91	3	5100.13	} 7	4547.39	5	3635.10	2	3393.10	10	3134.22	10	2345.60	2
6007.54	3	5099.50		4470.65	7	3624.89	4	3391.20	8	3129.42	3	2330.10	2
5997.76	4	5084.27	6	4462.63	5	3619.52	10	3381.01	2	3114.26	6	2325.90	2
5893.10	8	5082.55	4	4459.19	8	3612.90	7	3380.71	8	3105.60	6	2321.55	2
5858.03	3	5081.30	10	4437.15	4	3610.61	7	3374.82	} 4	3101.99	} 10	2320.19	3
5847.26	2	5080.70	10	4410.66	3	3609.48	3	3374.42		3101.67		2312.43	2
5831.86	3	5080.16	2	4401.75	10	3602.41	4	3372.19	5	3099.25	4	2311.09	2
5805.45	4	5049.01	4	4386.65	2	3597.86	7	3369.71	6	3097.27	5	2303.10	2
5761.10	4	5042.35	3	4384.70	4	3588.07	4	3368.05	2	3080.91	6	2279.7	2
5754.86	7												

Kobalt.

Das auf den Tafeln XVI, Nr. 3 und 4, sowie XXI, Nr. 7 (Gitterspektrum), dann XXV, Nr. 2 (Glasprismenspektrum), und XXIX, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), abgebildete Bogenspektrum des Kobalts wurde durch Verdampfen von metallischem Kobalt zwischen Kohleelektroden, beziehungsweise das Quarzprismenspektrum mittels des Flammenbogens zwischen Kobaltelektroden erhalten. Das verwendete Material war aus dem Handel bezogenes, sogenanntes chemisch reines Metall; es enthielt an Verunreinigungen Nickel, Eisen, Kupfer und sehr kleine Mengen Mangan. Es ergab ein sehr linienreiches Spektrum, welches durch einzelne Linien im Rot sowie durch sehr kräftige Linien im Gelbgrün, Blau und Violett gut charakterisiert erscheint. Das Bogenspektrum des Kobalts wurde von mehreren Seiten genauer gemessen (siehe H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, V. Band, S. 310). Genaue Messungen liegen von L. Stüting[2]), B. Hasselberg[3]) und im Ultraviolett von Exner und Haschek[4]) vor. Diese Messungen liegen den in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen zugrunde. Die Tabelle enthält die stärkeren Linien des Kobaltbogenspektrums auf Kaysersche Normalen bezogen. Im Ultraviolett sind die Linien zumeist sehr fein und stellenweise außerordentlich dicht.

[1]) Auf Tafel XXI, Nr. 6, sind oberhalb und zwischen diesen Linien noch zahlreiche, zum Teil sehr kräftige Linien zu sehen, welche, da keine genauen Messungen in diesem Bezirke vorlagen, nach Skalenmessungen am Negative markiert wurden.

[2]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. VII, 1909, S. 73 (Fabry und Buisson, siehe Normalien).

[3]) Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, Bd. XXVIII, Nr. 6.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7054.26 [1]	4	5922.55	2	5156.53	3	4484.07	4	3992.50	2	3628.38	5	3395.55	5
7016.86	3	5915.76	6	5154.26	3	4483.70	}	3991.95	3	3625.18	3	3390.54	2
6872.64	5	5890.61	6+Na	5146.96	4	4478.45	3	3991.83	2	3615.54	3	3388.29	4
6815.22	7	5531.06	5	5133.65	4	4471.96	4	3990.45	2	3605.52	5	3385.38	4
6771.32	7	5525.27	3	5126.37	4	4471.70	}	3987.25	2	3602.22	6	3378.86	2
6679.05	4	5523.56	4	5125.88	}	4469.72	5	3979.67	4	3595.03	5	3378.50	}
6635.33	2	5495.94	2	5123.01	3	4467.04	4	3978.99	2	3587.30	5	3373.40	2
6634.70	8	5489.90	4	5113.41	2	4445.88	4	3978.78	3	3585.33	5	3370.48	4
6624.01	3	5484.22	10	5109.08	3	4445.21	}	3975.45	2	3575.53	6	3367.25	5
6617.57	6	5483.57	}	5095.18	2	4431.78	2	3974.90	3	3569.59	7	3362.93	2
6596.13	6	5477.37	2	5034.24	2	4421.48	3	3973.31	2	3565.09	3	3361.72	3
6563.66	8	5477.13	4	4988.15	3	4417.55	3	3972.69	3	3561.03	4	3359.42	3
6551.70	4	5470.73	3	4980.15	2	4405.08	4	3969.28	4	3558.93	4	3354.51	6
6509.02	2	5469.55	3	4972.16	2	4402.86	3	3961.15	2	3553.31	4	3348.28	3
6504.47	2	5454.79	6	4966.77	2	4396.06	2	3958.10	5	3553.16	}	3347.10	3
6490.56	4	5452.53	2	4953.37	2	4392.10	4	3953.10	6	3552.90	}	3342.88	2
6478.14	5	5444.81	6	4928.48	3	4391.78	}	3952.46	2	3550.78	5	3341.52	3
6474.76	2	5437.25	3	4920.47	2	4380.27	3	3945.51	6	3548.60	3	3339.97	3
6462.79	2	5431.30	2	4904.37	2	4375.75	2	3941.91	4	3543.43	5	3337.34	4
6455.24	8	5407.75	3	4899.72	3	4375.11	}	3941.06	4	3533.51	5	3334.31	5
6450.47	10+Ca	5402.24	2	4882.90	3	4373.81	2	3936.13	8	3529.96	10	3333.55	3
6450.00	}	5391.01	4	4868.05	10	4371.31	2	3922.90	4	3529.19	5	3329.63	3
6444.97	2	5390.71	}	4843.61	3	4339.81	5	3917.80	4	3526.97	6	3327.14	4
6430.59	4	5381.99	4	4840.42	9	4331.43	3	3910.13	5	3523.83	3	3325.44	4
6425.35	2	5381.31	}	4813.67	9	4307.58	4	3906.46	4	3523.55	4	3322.41	4
6421.99	2	5369.79	5	4793.03	6	4303.41	2	3895.15	4	3523.00	2	3320.00	3
6418.05	4	5369.13	2	4781.62	3	4285.95	4	3894.25	6	3521.73	3	3319.66	3
6408.62	2	5362.97	5	4780.14	5	4268.63	2	3882.06	4	3520.23	4	3319.31	2
6396.73	3	5359.41	4	4776.49	4	4252.46	4	3877.01	4	3518.50	3	3315.20	3
6395.44	3	5353.69	4	4771.27	4	4242.07	3	3874.09	8	3513.61	3	3313.27	3
6351.62	3	5352.22	3	4768.26	4	4241.69	}	3873.23	8	3512.80	6	3312.33	3
6348.02	5	5349.29	2	4756.93	2	4234.17	3	3861.31	4	3510.59	4	3308.96	3
6320.56	4	5347.68	2	4754.59	3	4190.88	6	3845.60	10	3510.00	6	3308.65	}
6314.73	2	5343.58	4	4749.89	8	4187.46	2	3842.21	8	3506.47	6	3307.31	3
6313.29	2	5342.86	5	4746.31	2	4162.38	3	3820.08	4	3502.45	7	3304.29	3
6311.51	2	5341.53	3	4737.95	2	4158.59	3	3816.61	5	3496.90	5	3304.03	}
6282.86	7	5339.71	2	4735.04	2	4150.62	3	3816.48	}	3496.80	}	3298.83	3
6273.27	3	5336.36	2	4728.14	4	4132.30	3	3808.25	2	3495.83	5	3287.34	4
6271.65	3	5335.06	2	4718.67	2	4122.43	2	3774.75	3	3490.89	3	3283.60	6
6257.89	4	5333.85	2	4704.57	3	4121.52	10	3755.60	2	3489.57	5	3279.39	3
6249.78	4	5332.85	2	4699.35	4	4118.96	10	3751.75	2	3485.51	4	3277.80	3
6247.45	2	5331.65	2	4698.60	}	4110.70	10	3750.07	2	3483.58	5	3277.44	}
6232.68	2	5326.15	4	4693.37	4	4104.91	3	3745.65	5	3474.17	5	3276.60	}
6231.28	5	5325.44	2	4682.53	6	4092.56	10	3733.65 [2]	4	3465.96	5	3271.92	3
6223.61	2	5316.96	3	4663.58	7	4086.49	10	3732.59	4	3462.94	5	3265.49	4
6211.36	2	5312.84	3	4657.56	2	4083.78	3	3730.63	4	3461.33	2	3260.99	3
6189.20	6	5301.24	4	4655.01	2	4083.08	}	3709.00	4	3455.33	2	3254.37	4
6181.24	2	5288.02	3	4643.92	2	4082.75	}	3704.22	5	3453.66	8	3250.17	3
6129.30	2	5287.78	}	4629.47	10	4077.56	2	3702.39	4	3449.54	6	3247.32 [3]	3
6122.93	6	5280.85	5	4629.05	2	4076.73	2	3693.63	3	3449.26	}	3247.13	}
6117.21	8	5276.38	3	4625.88	3	4068.72	4	3693.29	3	3446.21	3	3243.99	4
6108.18	3	5268.72	5	4623.15	3	4066.56	5	3684.63	2	3443.79	10	3237.18	3
6105.67	2	5266.71	5	4597.02	4	4058.76	3	3683.22	5	3443.06	2	3235.69	3
6093.36	6	5266.51	}	4594.75	4	4058.36	4	3676.72	4	3439.05	2	3219.31	3
6086.88	4	5257.81	4	4581.76	10	4057.36	2	3662.32	4	3437.83	2	3210.96	4
6082.67	6	5254.83	4	4570.18	3	4057.10	}	3657.10	3	3433.18	6	3210.35	}
6070.83	3	5250.21	3	4565.74	8	4055.71	2	3654.59	3	3431.76	4	3203.15	2
6049.25	4	5248.12	4	4549.80	7	4054.79	2	3652.70	4	3428.34	3	3199.44	3
6007.84	5	5235.37	6	4543.99	5	4045.56	10	3649.49	4	3424.67	2	3198.79	}
6006.47	5	5230.38	6	4534.18	5	4035.74	2	3643.35	3	3421.77	2	3188.50	2
6005.21	3	5222.71	3	4531.14	10	4027.18	4	3641.94	3	3417.93	6	3182.25	3
6000.96	3	5218.42	2	4528.12	2	4023.55	2	3639.60	3	3412.79	6	3177.40	3
5992.09	5	5212.87	5	4526.94	2	4021.07	5	3636.84	3	3412.50	6	3169.90	3
5984.40	4	5210.28	3	4517.28	4	4014.09	3	3634.86	3	3409.29	6	3168.19	3
5946.72	5	5176.27	5	4514.33	2	3998.69	8	3633.01	3	3405.27	10	3161.78	2
5935.59	4	5159.03	2	4494.92	2	3995.45	10	3631.59	5	3402.14	2	3159.80	3

[1] Außer diesen Linien sind auf Tafel XXI noch zahlreiche Linien im roten Bezirke zu sehen, von denen keine genauen Messungen vorliegen; wir haben dieselben auf der Tafel nach Skalenmessungen eingetragen.

[2] Über diesen Linien liegt ein breites Band.

[3] Fallen in der Abbildung auf Tafel XVI mit der Kupfer-Hauptlinie 3247.68 zusammen und erscheinen daher als starke Linie.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3158.92	5	3072.45	} 6	2899.91	2	2695.93	2	2582.35	2	2521.49	3	2413.69	2
3154.91 [1]	4	3072.06		2892.37	2	2685.44	2	2580.95	} 4	2517.90	2	2411.73	2
3152.84	3	3064.49	3	2886.55	4	2679.83	2	2580.43		2513.20	} 2	2407.76	2
3149.43	3	3062.33 }	2	2879.71	2	2676.06	2	2575.82	2	2513.01		2404.25	2
3147.19	4	3061.94 }	4	2872.60	3	2663.61	2	2574.94	} 2	2511.12	2	2389.63	} 3
3140.08	4	3060.17	3	2862.70	3	2650.40	} 3	2574.45		2507.26	} 2	2389.01	
3137.47	5	3054.84	2	2850.15	2	2650.04		2567.42	2	2506.55		2386.46	3
3127.35	3	3050.64	} 4	2837.26	2	2648.79	3	2564.14	2	2505.2	} 2	2383.55	3
3121.69	} 5	3049.00		2820.11	2	2646.51	2	2559.48	2	2504.63		2378.96	4
3121.54		3044.11	6	2815.65	} 4	2627.71	} 3	2556.85	2	2489.36	} 2	2363.89	3
3113.58	3	3042.60	3	2815.06		2627.13		2555.15	2	2488.55		2353.51	3
3111.45	} 3	3034.55	3	2803.87	2	2622.54	} 3	2553.44	} 2	2474.01	2	2347.51	2
3110.94		3026.49	4	2797.18	2	2622.35		2553.09		2464.71	} 3	2346.26	} 2
3110.12		3317.66	3	2796.33	2	2622.15		2548.40	2	2464.58		2345.65	
3109.60		3017.33	2	2778.92	2	2614.45	} 3	2544.94	} 3	2464.30		2326.55	} 3
3103.82	3	3013.70	3	2766.47	} 2	2614.23		2544.34		2463.85		2326.23	
3102.49	2	3005.86	2	2766.31	} 2	2613.98		2536.55	} 2	2462.22	2	2324.44	2
3098.30	2	2989.70	4	2764.30	2	2613.60		2536.02		2435.19	3	2315.07	2
3090.36	} 4	2987.28	4	2761.49	2	2606.22	2	2535.45		2432.28	2	2314.15	2
3089.68		2957.79	2	2745.17	2	2595.31	2	2532.26	2	2428.67	2	2311.73	2
3086.89 }	4	2929.62	} 3	2740.54	2	2590.70	2	2529.06	} 3	2425.68	2	2307.97	2
3086.46 }	2	2928.91		2731.20	2	2587.30	2	2528.67		2415.40	3	2309.11	2
3082.73	4	2927.78	3	2716.05	2	2585.45	2	2525.09	3	2414.55	3	2286.25	2
3079.49	2	2911.70	2	2705.94	2								

Ruthenium.

Das Rohmaterial zur Herstellung des Rutheniumbogenspektrums, welches auf Tafel XVI, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXIX, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet ist, war metallisches Ruthenium von Heraeus in Hanau.

Dieses Material wurde zwischen Kohleelektroden zur Verdampfung gebracht und lieferte ein Spektrum, das außer einer Anzahl kräftig hervortretender Linien im sichtbaren Teil außerordentlich viele aber meist wenig charakteristische Linien im ultravioletten Teil besitzt. Genauere Messungen des Rutheniumbogenspektrums wurden von H. Kayser[2]), ferner von Exner und Haschek[3]) und von uns[4]) durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind die Linien nach unseren und H. Kaysers Messungen aufgenommen worden. Bezüglich der Intensitätsangaben ist zu bemerken, daß im roten und gelben Teile die Intensitäten nach einer länger exponierten Platte bestimmt wurden, während diejenigen im brechbareren Teile sich auf die genannten Abbildungen beziehen und daß nur Linien aufgenommen wurden, welche in diesen Abbildungen deutlich sichtbar erscheinen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7087.60 }	2	6540.44	3	6284.73	3	5974.30 }	2	5804.46	3	5693.19	2	5479.62	4
7086.27	2	6528.92	4	6252.25	3	5973.62 }	6	5782.72	} 5	5679.79	2	5455.02 [6])	8
7028.17	2	6497.07 }	2	6235.77	3	5969.50	2	5782.51		5665.37	2	5439.62	} 5
6982.25	2	6496.62 }	4	6225.41	4	5951.30	3	5774.53	3	5650.98	2	5439.42	
6923.48	4	6445.00	6	6210.93	3	5944.52	2	5768.07	3	5649.74	2	5427.82	5
6911.70	3	6417.79	5	6199.61	5	5936.82	3	5756.98	3	5641.85	2	5419.06	5
6824.33 } [5])	4	6390.37	4	6192.73	3	5932.53	5	5752.16	3	5636.44	8	5401.61 }	2
6775.20	2	6384.83	2	6177.88	} 3	5927.03	4	5747.62	4	5606.96	3	5401.23 }	5
6767.16	3	6383.13	2	6176.91		5921.64	8	5746.13	4	5603.78	5	5386.08	4
6756.72	2	6376.59	4	6170.75	3	5919.49	6	5730.12	2	5678.59	5	5378.04	4
6730.73	3	6363.59	3	6116.97	4	5914.40	2	5725.90 }	3	5569.23	4	5361.97	5
6718.59 }	3	6358.08	3	6090.77	3	5904.58	2	5724.98 }	3	5559.96	6	5336.11	6
6690.23	8	6336.32	3	6080.33	2	5887.85	} 2	5714.39	2	5556.72	3	5333.11	3
6663.39	5	6330.89	5	6046.58	2	5887.34		5713.03	2	5540.88	3	5309.44	5
6618.37	3	6316.97	3	6026.39	2	5864.82	2	5702.52	3	5510.93	6	5305.03	4
6596.75	3	6309.95	2	6022.47	3	5833.38	5	5699.74 }	4	5496.90	4	5284.26	5
6593.99	3	6304.34	3	5993.79	6	5828.24	4	5699.22 }	8	5484.52	6	5266.99 [6])	} 2
6560.71	3	6295.43	5	5988.81	5	5815.16	8	5694.63	2	5480.51	3	5266.64	

[1]) Fällt mit zwei anderen schwächeren Linien zu einer starken Linie zusammen.

[2]) Über die Bogenspektren der Elemente der Platingruppe, Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

[3]) Wellenlängentabellen, 1904.

[4]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 573.

[5]) Diese Linien sind bloß am Negative und auch dort nur schwach zu sehen, da die verwendete Plattensorte in diesem Bezirke wenig empfindlich ist.

[6]) Fällt mit einer Eisenlinie zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5257.24	3	4591.26	4	4314.47	4	4071.56	2	3857.69	4	3623.80	2	3368.59	5
5251.82	3	4584.63	5	4309.36	2	4068.53	6	3850.53	4	3620.43	2	3362.14	3
5243.11	3	4580.25	3	4307.75	5	4067.78		3846.80	3	3619.33	2	3359.23	4
5223.71	4	4564.86	3	4297.89	10	4064.62	4	3839.82	3	3609.24	4	3347.75	3
5213.59	4	4560.16	4	4296.86	2	4064.26	2	3838.22	2	3608.86		3345.45	
5202.29	3	4554.70	8	4296.09	6	4063.16	3	3835.20	3	3606.30	1	3344.93	2
5200.04	3	4552.28	4	4294.96	5	4054.22	4	3831.95	4	3605.79	4	3344.67	
5195.17	5	4550.11	3	4294.27	4	4052.36	5	3825.08	4	3599.91	4	3341.81	4
5171.19	6	4549.59	3	4293.44	4	4051.57		3819.18	3	3596.32	5	3339.69	6
5155.30	4	4548.03	4	4287.21	4	4049.57	2	3817.44	3	3593.18	5	3335.82	3
5151.23	4	4547.46	4	4284.50	6	4042.12	2	3812.87	4	3589.37	4	3332.19	3
5147.40	4	4547.11	3	4282.36	4	4039.37	4	3799.49	6	3574.74	3	3325.37	4
5142.93	4	4531.04	4	4282.09		4032.36	3	3799.04	6	3567.31	2	3325.14	
5136.72	5	4521.11	4	4278.84	2	4031.15	2	3790.65	6	3550.42	4	3323.23	3
5134.06	4	4517.98	4	4277.42	2	4024.85	2	3786.19	6	3541.79	3	3318.99	4
5107.23	4	4517.06	4	4265.77	2	4024.45	2	3781.31	3	3539.52	4	3318.01	
5101.55	3	4516.42	2	4260.17	3	4024.01	4	3778.83	3	3539.42		3316.52	6
5094.00	4	4511.35	5	4259.15	5	4022.84	2	3777.72	3	3538.10	3	3315.37	3
5077.48	4	4510.25	4	4246.90	4	4022.33	5	3767.50	4	3535.99	3	3308.12	4
5073.14	3	4498.32	5	4246.52	4	4021.15	2	3761.64	3	3535.53		3307.68	
5057.49	6	4491.85	3	4245.00	3	4014.30		3760.18	5	3532.97	3	3301.73	5
5047.47	3	4490.40	3	4243.23	5	4013.87	3	3759.98		3531.55	3	3298.56	2
5026.34	3	4488.55	4	4241.23	5	4013.66		3756.08		3528.84	3	3296.25	2
5011.39	4	4482.19	3	4236.84	4	4008.42	3	3755.87	5	3520.29	4	3294.27	3
4992.89	4	4480.60	4	4232.48	4	4007.68		3755.24		3519.80		3285.07	3
4980.50	5	4474.09	5	4230.47	6	4006.75	4	3753.70	4	3514.65	4	3280.60	3
4976.35	3	4467.43	2	4229.47	2	4005.79		3744.55	3	3499.10	10	3279.52	
4969.06	4	4466.51	2	4225.26	2	3996.65	2	3744.37	2	3494.41	2	3277.70	3
4955.42	3	4460.21	8	4220.84	5	3996.14	4	3742.94	4	3483.46	3	3274.83	3
4938.59	4	4449.51	6	4217.44	6	3987.96	4	3742.44	5	3483.32		3273.22	3
4921.23	4	4444.67	4	4214.61	6	3985.01	5	3739.62	4	3482.50	3	3268.35	4
4908.05	3	4439.94	5	4212.24	7	3979.59	4	3739.06	2	3481.47		3266.59	3
4903.22	5	4439.57	2	4207.80	3	3978.62	4	3738.77	2	3473.90	4	3264.69	4
4895.75	6	4428.62	4	4206.18	5	3974.65	2	3737.55	4	3463.29	4	3263.99	
4869.31	6	4424.96	2	4200.07	10	3965.06	5	3730.75	3	3456.77	3	3260.49	4
4862.02	4	4421.63	4	4199.04	4	3952.85	4	3730.59	7	3453.06	3	3260.30	1
4844.72	4	4421.01	4	4197.75	4	3951.35	3	3728.17	5	3449.11	3	3259.81	3
4839.17	4	4420.63	2	4197.04	3	3950.55	2	3727.08	4	3440.36	4	3254.86	5
4833.16	3	4410.21	6	4182.99	2	3950.37	3	3726.25 [1]	4	3439.84	2	3254.67	
4815.69	5	4397.96	4	4182.81	2	3950.19	1	3725.12	4	3438.52	4	3243.64	3
4805.04	3	4391.19	4	4182.62	3	3949.56	1	3724.63	2	3436.89	5	3242.98	
4798.61	3	4390.61	6	4175.62	2	3946.46	2	3724.11	4	3436.48	2	3241.36	4
4795.72	3	4386.43	4	4170.22	2	3945.72	3	3719.47	4	3435.34	4	3239.75	3
4794.55	3	4385.82	5	4167.67	7	3942.21	3	3717.15	4	3433.41	3	3238.90	2
4774.17	3?	4385.56	5	4167.03	3	3941.81		3716.32	3	3432.91	3	3238.67	4
4773.33		4372.38	5	4161.82	4	3938.05	3	3715.70	3	3432.35	2	3232.88	4
4769.46	4	4371.36	4	4146.96	6	3931.94	4	3712.44	2	3430.91	3	3228.65	4
4758.04	6	4370.58	2	4145.91	6	3926.07	5	3701.46		3429.70	3	3228.28	3
4756.40	4	4361.58	2	4144.34	6	3924.78	2	3701.13	4	3428.79	2	3228.02	2
4733.71	5	4361.37	5	4137.41	3	3923.64	5	3700.49		3428.48	4	3226.50	4
4731.50	4	4354.96	3	4128.02	3	3921.06	4	3698.02	3	3420.24	4	3223.39	4
4721.08	3	4354.30	6	4127.61		3915.00	4	3697.92		3417.49	8	3216.64	3
4716.20	3	4349.87	5	4123.23	3	3912.25	4	3696.74	3	3411.77	4	3213.10	3
4709.67	8	4346.64	4	4121.29	3	3911.28	3	3678.47	4	3409.42	5	3201.60	2
4690.28	6	4342.24	6	4121.15		3909.23	5	3669.69	4	3401.88	3	3196.72	4
4684.20	5	4337.43	6	4118.68	2	3908.91	3	3663.53	5	3401.64		3190.09	4
4681.97	5	4331.32	4	4113.53	2	3901.39	3	3661.73	2	3392.65	4	3189.84	3
4674.82	5	4327.59	3	4112.91	4	3898.50	2	3661.49	7	3392.03	2	3189.42	2
4670.15	5	4327.49	2	4108.22	3	3892.92	2	3660.96	3	3389.64		3188.71	2
4654.49	5	4326.99	4	4108.00		3892.37	4	3654.56	3	3389.25	3	3188.46	5
4647.79	6	4325.22	5	4102.44	2	3890.35	2	3650.47	3	3388.85		3188.06	2
4645.26	5	4321.45	2	4100.91	4	3887.96	2	3646.27	2	3385.61	2	3186.16	4
4635.85	6	4320.97	1	4097.97	4	3884.85	3+Cy	3640.79	3	3385.30	4	3168.65	5
4605.83	3	4320.74	2	4097.19	2	3884.20		3637.61	3	3380.30		3160.04	4
4601.93	4	4320.05	5	4085.57	4	3872.39	3	3635.66	4	3379.75	4	3153.93	3
4599.27	6	4319.27	3	4080.78	7	3871.35	3	3635.09	7	3379.40		3150.80	3
4596.88	4	4318.60	4	4076.90	5	3867.97	3	3631.86	3	3378.17	3	3144.37	3
4592.70	4	4316.79	3	4073.26	3	3862.80	4	3626.90	4	3374.79	3	3141.08	3
4591.72	2	4315.22	3	4073.15		3860.84	3	3625.35	4	3371.99	3	3140.60	2

[1] Erscheinen in der Abbildung auf Tafel XVI als breiter Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3136.66	3	3073.44	3	2998.45	3	2928.61	5	2739.31	3	2609.14	2	2521.70	2
3132.99	3	3068.36	2	2997.74	2	2919.72	2	2735.81	4	2605.95	4	2517.73	2
3129.94	3	3064.96	5	2997.01	3	2916.35	3	2734.44	4	2605.44		2517.40	
3129.72		3059.28 [1]	3	2995.08	4	2906.42	3	2719.61	4	2594.93	2	2508.51	2
3126.07	4	3055.04	3	2989.08	5	2905.76	3	2713.49	3	2592.09	2	2508.38	
3124.28	4	3048.90	4	2982.05	3	2898.65	2	2702.92	2	2581.99	3	2500.94	3
3118.79	3	3048.61		2980.07	3	2886.64	3	2701.43	2	2581.22		2500.48	
3112.78	2	3045.83	3	2979.85		2875.10	4	2691.20	3	2580.88		2499.87	
3112.41	1	3042.95	5	2977.05	3	2871.76	4	2686.38	3	2579.62	3	2498.67	2
3112.01	3	3042.60		2976.71		2871.30		2678.84	3	2579.07		2498.51	
3110.64	3	3040.42	3	2974.10	3	2866.74	3	2664.83	3	2578.65		2495.78	2
3107.83	3	3040.07		2969.07	4	2861.51	3	2661.69	3	2568.85	3	2490.02	2
3105.52	3	3038.29	3	2968.56		2860.11	3	2658.48	2	2560.92	2	2479.01	2
3105.38		3038.08		2965.67	3	2854.17	3	2651.94	3	2560.35		2476.96	2
3100.95	4	3037.85		2965.29	4	2818.46	3	2643.04	2	2556.10	2	2475.48	2
3099.39	4	3034.17	3	2963.83	3	2817.19	3	2635.93	2	2555.96		2464.78	2
3097.71	3	3033.56		2963.52		2810.65	3	2628.38	3	2549.66	3	2463.03	2
3096.67	5	3020.99	3	2954.59	4	2810.13	4	2615.18	3	2549.58		2458.71	2
3089.92	5	3017.36	4	2949.61	3	2787.93	4	2614.67		2546.77	2	2456.67	3
8089.25		3013.48	3	2947.10	3	2778.50	3	2612.17	3	2544.32	3	2456.52	
3086.18	3	3013.04		2945.78	3	2774.59	3	2611.13	2	2543.35	2	2455.61	3
3081.01	3	3006.71	4	2940.47	2	2763.51	3	2609.57	2	2526.91	2	2402.80	3
3080.29		3006.09	2	2940.06	2	2748.09	4						

Rhodium.

Zur Herstellung des Rhodiumbogenspektrums wurde metallisches Rhodium von Heraeus in Hanau verwendet, welches Material sich ziemlich rein erwies. Das Bogenspektrum des Rhodiums ist auf Tafel XVI, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXIX, Nr. 12 (Quarzprismenspektrum), abgebildet und besitzt im sichtbaren Teile sowie im Ultraviolett eine große Anzahl von meist scharfen Linien, unter denen einzelne besonders kräftig hervortreten und zur Erkennung des Rhodiums mit Vorteil verwendet werden können. Das Spektrum wurde von H. Kayser[2]), ferner von uns[3]) im roten und gelben Bezirke und von Exner und Haschek[4]) im Ultraviolett genauer gemessen.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Rhodiumlinien sind bezüglich ihrer Intensität nach der Abbildung auf Tafel XVI orientiert. Die Linien im brechbarsten Teile ab 2700 sind in der Abbildung auf Tafel XXIX besser zu erkennen, da in diesem Bezirke der Quarzprismenapparat sehr lichtstark ist, so daß selbst sehr schwache Linien, welche von verschiedenen Seiten gemessen wurden, dort noch sehr kräftig zum Ausdruck kommen.

Die Tabelle beginnt mit der Linie 6965.88; darüber hinaus liegen, wie man aus der Abbildung, Tafel XVI, ersieht, noch einige Linien, die bis heute noch nicht genau gemessen wurden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6965.88	5	6287.69	2	5907.47	4	5634.85	3	5475.32	4	5354.57	10	5212.87	6
6880.10	3	6278.32	2	5871.95	3	5632.95	4	5471.04	7	5349.46	4	5211.64	6
6827.58	3	6277.64	6	5831.74	7	5626.25	4	5468.92	7	5339.85	3	5207.10	5
6796.93	3	6276.85	2	5822.00	4	5608.54	7	5468.29		5336.79	3	5203.47	4
6752.62	8	6259.11	2	5807.07	8	5607.90		5445.42	8	5331.24	3	5193.28	9
6707.95	2	6253.88	6	5803.48	4	5599.62	10	5441.55	7	5329.89	10	5184.34	7
6630.34	6	6250.09	2	5797.65	3	5595.05	4	5439.78	7	5314.91	5	5177.40	5
6627.99	6	6200.13	6	5795.93	4	5568.50	2	5432.22	3	5292.28	8	5176.11	8
6519.86	5	6187.06	3	5792.81	6	5556.97	6	5431.81		5280.25	4	5174.88	2
6517.74	3	6174.05	3	5730.60	3	5544.80	7	5425.64	7	5269.43	7	5165.56	3
6510.57	6	6128.22	5	5727.47	5	5542.26	2	5424.91	7	5259.38	4	5160.46	5
6485.84	2	6116.34	3	5713.80	2	5535.24	8	5408.97	3	5251.55	5	5157.81	5
6431.05	2	6102.91	8	5700.63	6	5504.85	4	5404.90	6	5237.92	8	5157.22	3
6414.91	8	5991.36	4	5695.82	2	5503.78	3	5390.62	9	5230.75	6	5155.69	6
6410.45	3	5983.78	8	5686.54	7	5497.20	3	5379.28	7	5225.71	3	5145.11	3
6333.18	4	5952.79	3	5659.92	3	5492.05	3	5369.47	3	5222.78	5	5130.90	4
6319.72	6	5941.74	4	5659.79	5	5484.42	5	5364.29	2	5214.91	4	5120.82	4
6293.60	3	5918.70	4	5651.47	3	5481.60	4	5356.64	6	5213.49	3	5110.12	4

1) Zwischen diesen beiden Linien liegt eine Anzahl sehr schwacher, sich eng aneinander schließender Linien.

2) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

3) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 572.

4) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5090.80	9	4565.37	4	3975.47	7	3614.93	4	3368.52	4	3019.93	2	2720.24	3
5085.68	4	4561.02	4	3964.69	2	3612.62	6	3362.32	3	3019.66	2	2718.65	3
5064.48	4	4558.90	5	3959.01	10	3608.25	3	3360.95	5	3004.57	3	2717.61	3
5057.58	3	4557.34	5	3942.86	8	3606.03	5	3360.04	3	2987.57	3	2716.91	
5046.58	3	4551.83	8	3935.98	5	3597.30	8	3344.34	3	2987.12	4	2714.50	3
5028.49	4	4548.89	8	3935.12	2	3596.34	4	3343.57	3	2986.33	6	2703.82	3
5025.69	3	4544.45	6	3934.38	8	3596.18	4	3343.04	4	2977.81	4	2680.72	3
5012.54	2	4528.90	10	3922.34	5	3583.24	7	3338.67	5	2974.16	2	2676.20	2
4997.92	2	4503.96	6	3913.66	4	3564.29	3	3331.39	4	2968.79	5	2659.10	2
4996.01	2	4492.64	6	3877.47	4	3549.68	6	3331.22		2959.77	2	2652.75	3
4985.11	4	4484.02	2	3870.14	6	3544.12	5	3323.23	10	2958.90	2	2647.38	2
4977.87	10	4433.50	3	3856.66	6	3542.07	5	3305.30	2	2932.07	4	2635.08	3
4966.51	3	4424.22	2	3834.02	8	3538.41	6	3300.60	4	2929.26	4	2633.52	3
4963.83	7	4380.10	5	3828.62	8	3538.27		3296.85	3	2924.14	4	2633.37	
4944.98	4	4374.98	10	3822.40	8	3528.18	8	3294.40	4	2915.53	2	2630.51	3
4922.63	4	4373.21	3	3818.35	7	3513.26	3	3289.74	6	2912.75	2	2626.78	3
4919.82	6	4345.63	3	3816.61	7	3507.47	6	3289.27		2907.34	3	2625.97	2
4918.95		4345.25		3815.17	7	3502.69	8	3283.71	6	2900.08	2	2625.50	2
4913.65	4	4342.61	2	3806.92	4	3498.89	8	3281.83	4	2889.96	2	2624.95	2
4908.74	4	4325.58	3	3806.07	4	3494.59	2	3280.68	4	2889.22		2622.66	3
4898.02	2	4315.13	2	3799.47	9	3491.22	2	3271.75	8	2886.11	2	2618.60	2
4865.92	5	4308.98	3	3793.37	9	3484.19	3	3268.60	2	2882.50	5	2613.69	2
4861.50	4	4296.93	5	3788.63	9	3479.06	6	3263.28	8	2878.77	3	2606.54	2
4851.78	8	4288.88	10	3778.28	4	3474.94	6	3255.10	2	2873.74	3	2603.50	2
4844.15	8	4278.74	4	3770.13	5	3472.40	2	3237.78	3	2871.49	3	2598.17	2
4842.56	5	4273.58	4	3765.23	8	3470.82	6	3218.40	2	2864.52	3	2587.25	2
4810.65	6	4244.60	3	3754.44	3	3469.77	5	3218.01	2	2863.06	5	2575.85	2
4801.52	2	4230.35	2	3754.27	4	3462.19	6	3214.98	4	2860.89	3	2567.37	2
4798.83	3	4211.35	10	3748.38	7	3458.07	6	3197.26	5	2860.77		2555.45	3
4791.16	4	4206.77	4	3744.33	6	3457.22		3194.67	2	2841.91	3	2545.79	3
4777.30	2	4196.67	8	3737.45	5	3455.60	6	3191.31	6	2836.80	3	2537.15	3
4771.69	4	4154.50	6	3735.43	5	3455.37		3189.16	4	2834.23	3	2536.80	
4770.94	3	4135.45	8	3713.59	3	3450.44	3	3185.70	2	2827.43	6	2522.99	3
4755.72	5	4129.08	9	3713.16	4	3448.72	3	3179.83	3	2826.80		2520.62	2
4745.28	8	4121.87	6	3701.06	8	3447.90	3	3172.39	2	2826.53		2515.83	3
4731.33	3	4119.86	4	3698.76	4	3442.78	3	3155.89	5	2796.74	3	2513.46	2
4724.48	3	4116.50	3	3698.42	3	3440.68	5	3152.72	3 v.	2791.27	3	2509.79	2
4721.15	7	4107.65	3	3695.67	7	3435.04	15	3137.83	3	2783.14	4	2504.38	2
4707.11	2	4097.69	6	3692.51	20	3424.53	3	3137.45	3	2780.44	3	2494.60	2
4704.23	5	4088.65	4	3681.21	7	3420.31	4	3130.92	3	2779.65		2490.86	2
4683.09	3	4087.95	4	3674.92	4	3412.43	6	3123.81	6	2778.97	3	2487.58	2
4677.53	5	4082.94	9	3667.07	4	3406.69	4	3121.88	6	2778.16		2483.42	2
4675.19	10	4077.74	3	3666.38	8	3399.82	6	3115.03	4	2771.62	3	2479.85	2
4643.34	7	4056.49	2	3662.03	4	3396.96	8	3087.53	2	2768.34	3	2450.66	2
4639.53	4	4053.60	2	3658.15	10	3385.92	4	3084.08	5	2767.83		2448.92	2
4634.02	2	4049.19	4	3655.04	6	3381.58	2	3067.40	3	2741.85	3	2444.34	2
4626.11	2	4048.57		3639.68	5	3377.85	4	3058.00	3	2737.51	3	2427.19	2
4620.06	6	4023.30	6	3627.96	4	3377.28		3046.87	2	2736.86		2386.22	2
4608.29	6	3996.31	5	3627.34	3	3372.38	8	3028.55	3	2729.03	4	2384.75	2
4601.79	3	3995.77	4	3626.76	7	3369.82	4	3024.02	5	2720.62	3	2368.38	2
4569.18	8	3984.56	7	3620.62	4	3368.91	3						

Palladium.

Das Bogenspektrum des Palladiums ist auf Tafel XVI, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum) und auf Tafel XXV, Nr. 3 (Glasprismenspektrum), ferner auf Tafel XXX, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung dieses Spektrums verwendeten wir Palladiummetall von Heraeus in Hanau, welches so gut wie frei von Verunreinigungen war. Das Palladiumspektrum zeigt außer einer Anzahl scharfer und kräftiger Linien insbesondere im ultravioletten Teile ziemlich viele unscharfe, zuweilen total verwaschene Linien, wie zum Beispiel die Linien 2441.52 oder 2421.00 (siehe Tafel XXX, Nr. 1). Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Wellenlängen sind unseren[1]) Messungen, ferner jenen von H. Kayser[2]) entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7016.82	2	6774.84	7	6623.52	2	6176.38	4	5760.11	3	5736.83	6	5687.67	3
6833·64	2	6687.01	2	6508.70	5	6171.17	4	5739.88	5	5695.29	10	5674.43	2
6784·83	10	6663.10	2	6188.29	4	6130.83	5	5737.84	3	5690.33	5	5670.26	10

[1]) Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 565.

[2]) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5655.63	6	5345.28	6	4919.01	3	4344.75	3	3634.84	20	3302.25	6	3002.78	5
5642.89	5	5312.75	5	4875.58	7	4268.4	4	3609.70	15	3287.38	4	2922.62	5
5621.52	2	5295.74	10	4817.66	9	4213.12	10	3571.31	5	3272.93	2 .	2849.91	2
5619.67	7	5294.27	3	4788.33	7	4170.01	5	3553.24	8	3258.91	5	2802.01	3
5608.23	5	5256.32	4	4724.20	3	4123.76	2	3517.09	9	3251.75	5	2763.20	4
5601.87	5	5234.99	6	4677.62	4	von 4101	4	3489.93	5	3242.82	15	2686.37	2
5562.90	3	5209.04	4	4590.19	2	bis 4098		3481.31	7	2219.09	4	2655.2	3
5547.22	10	5163.97	10	4553.10	2	4087.52	8	3460.89	7	3142.93	5	2605.16	2
5543.00	10	5161.49	2	4541.31	5	4021.2	2	3442.55 }	2	3114.16	6	2564.0	2
5529.66	5	5127.85	3	4516.41	4	4020.3	2	3441.55 }	6	3075.27	2	2489.01	3
5497.06	5	5117.16	5	4489.64	4	3958.78	10	3433.58	5	3065.43	6	2476.51	5
5435.38	4	5114.53	3	4473.77	9	3894.34	10	3421.37	9	3028.03	5	2461.2	2
5427.43	2	5110.94	6	4443.19	3	3832.45	5	3404.73	20	3021.86 }	3	2448.00	6
5395.47	8	5101.70	2	4406.76	4	3799.33	5	3383.03	2	3020.84 }	2	2441.52	8
5394.96	4	5063.55	4	4386.61	2	3719.06	6	3373.14	7	3009.90	3	2421	4
5362.86	8	4972.08	3	4351.15	3	3690.49	6						

Osmium.

Das Osmiumbogenspektrum ist auf Tafel XVI, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), Tafel XXV, Nr. 4 (Glasprismenspektrum) und Tafel XXX, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung dieses Spektrums wurde Osmiummetall von Heraeus in Hanau verwendet, welches mit geringen Spuren anderer Platinmetalle verunreinigt war. Das Spektrum besitzt im roten, gelben und gelbgrünen Bezirke relativ wenige aber kräftige Linien, welche von uns[1]) von 6162.61 bis 5523.80 gemessen wurden. Messungen ab 5728·735 liegen von H. Kayser[2]), solche im Ultraviolett von Exner und Haschek[3]) vor. Die Linien im blauen und ultravioletten Teile sind zumeist sehr scharf.

In der folgenden Tabelle sind die kräftigeren dieser Linien nach der Abbildung auf Tafel XVI bezüglich ihrer Intensität orientiert, während für das ultraviolette Ende des Spektrums auch die Abbildung auf Tafel XXX herangezogen wurde. Die Zahlen sind unseren Messungen, sowie jenen von H. Kayser entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6162.61	2	4548.84	3	4296.38	3	4066.46	3	3790.29	5	3590.28	3	3449.35	5
5996.29	3	4540.09	4	4294.11	7	4048.22	3	3782.34	10	3587.48 }	4	3445.70 }	3
5860.91	2	4529.85	4	4286.06	4	4042.08	6	3777.13	5	3586.65 }	3	3444.62 }	3
5858.01	5	4525.04	4	4269.77 }	3	4038.01	3	3776.40	3	3584.56 } 4)	2	3439.64	4
5800.81	3	4488.77	3	4269.53 }	2	4018.43	3	3768.27	3	3583.55 }	2	3427.82	4
5781.04	4	4484.94	5	4264.89	3	4005.60	4	3766.43	3	3583.21 }	2	3421.84	3
5765.32	2	4479.97	6	4261.01	15	4004.18 }	3	3757.21	3	3574.25	2	3414.39	2
5722.18	6	4459.79	} 4	4233.63	4	4003.65 }	4	3752.69	10	3569.94	5	3406.82 }	2
5620.38	2	4459.65		4226.72	3 + Ca	3977.39	10	3746.61	4	3562.51	2	3406.42 }	2
5584.72	2	4447.54	6	4215.33	3	3969.83	3	3730.88	2	3561.03 }	7	3402.64 }	5
5523.80	5	4439.81	3	4214.06	4	3963.77	10	3729.37	2	3559.97 }	7	3402.00 }	5
5202.79	6	4437.26	} 6	4212.03	10	3960.66	4	3720.27 }	5	3542.85	5	3387.97	5
5149.90	4	4436.49		4202.25 }	5	3949.93	2	3719.64 }	5	3533.55 }	3	3386.28 }	2
5103.67	4	4432.58	3	4201.54 }	4	3938.74	6	3713.88	4	3532.98 }	4	3386.08 }	2
5031.99	2	4420.64	20	4190.06	5	3931.66 }	2	3709.30	3	3530.20	3	3384.16	5
4912.77	3	4404.38	4	4184.30 }	3	3930.15 }	3	3706.72	2	3528.74	8	3370.73 }	6
4899.39	2	4402.90	3	4182.64 }	3	3928.69 }	3	3703.39	3	3526.16	3	3370.34 }	3
4865.76	4	4397.42	5	4175.78	8	3928.56 }	2	3689.19	4	3523.78	5	3364.25	4
4816.11	4	4395.04	8	4173.39 }	10	3901.85 }	4	3681.71	2	3520.15	3	3361.28	4
4794.18	7	4391.25	3	4172.71 }	5	3900.54 }	3	3675.60	2	3518.87	3	3358.10	4
4763.26	3	4377.07	3	4158.98	3	3882.02	3	3671.04	6	3513.79 }	2	3354.04	2
4744.05	3	4370.83	5	4138.02	4	3878.65	3	3666.48	2	3513.15 }	2	3351.85	2
4738.51	3	4365.84	7	4135.96	20	3876.91	6	3657.05	6	3504.81	6	3336.28	7
4692.22	4	4358.32	} 3	4129.11	5	3865.59	4	3654.63	4	3501.31	4	3327.56	5
4663.98	5	4358.16		4124.76	4	3857.24	3	3640.49	6	3498.69	3	3324.49	4
4642.01	3	4354.63	3	4112.18	10	3850.11	4	3630.10	2	3487.61 }	3	3315.82	} 2
4632.00	6	4351.70	3	4100.44	3	3843.77	2	3619.59	2	3487.39 }	3	3315.56	} 2
4616.95	6	4338.91	4	4091.98	9	3841.41	2	3616.73	5	3482.38	} 4	3311.04	5
4597.32	4	4328.84	7	4074.83	3	3840.44	5	3609.30	2	3482.27		3306.35	4
4595.21	4	4326.41	5	4071.17 }	3	3836.18	5	3604.62	2	3478.67	2	3301.69	8
4551.46 }	4	4311.56	8	4071.02 }	3	3794.08	5	3601.98	2	3465.59	3	3290.40	5
4550.58 }	8	4309.04	3	4066.86	7	3790.90	3	3598.26	8	3458.54	3	3278.09	4

[1]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 564.

[2]) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

[3]) Wellenlängentabellen, 1904.

[4]) Diese fünf Linien fallen mit noch einigen sehr schwachen Linien zu einem breiten und verblasenen Streifen zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3275.32	4	3185.44	3	3077.17 [2]	2	2962.27	3	2850.88	4	2730.78	3	2613.17	2
3272.30	3	3181.91	4	3075.07	3	2961.14	3	2848.36	2	2721.96	3	2612.73	2
3269.34	4	3178.18	5	3074.19	3	2949.64	4	2846.51	3	2720.13	3	2610.88	2
3268.08	8	3173.31	4	3070.05	3	2948.33	5	2844.50	4	2715.47	3	2609.67	2
3262.88	3	3166.61	4	3062.30	4	2934.78	3	2841.71	3	2714.74	2	2590.86	2
3262.43	6	3156.88	3	3060.41	3	2934.11	3	2838.75	4	2706.80	3	2582.03	3
3260.42	3	3156.37	8	3058.78	8	2931.42	3	2838.28	2	2699.69	3	2566.60	3
3257.05	3	3153.73	3	3050.52	2	2929.65	3	2837.54	2	2689.90	4	2544.07	3
3255.04	3	3152.81	3	3049.58	3	2925.71	3	2829.39	3	2674.97	2	2542.59	2
3248.11	2	3152.18	2	3043.79	2	2919.94	4	2815.90	3	2674.65	2	2538.09	3
3241.16	4	3131.23	5	3043.62	2	2917.95	2	2814.32	2	2661.29	2	2498.51	2
3238.75	4	3111.20	3	3041.02	5	2917.38	3	2813.90	2	2659.92	2	2488.64	3
3232.20	8	3109.50	3	3030.82	5	2912.47	5	2809.05	3	2658.68	3	2476.92	2
3220.41	3	3109.10	3	3019.50	4	2909.19	7	2807.03	4	2656.77	2	2461.51	2
3213.42	4	3106.11	4	3018.17	5	2896.18	3	2796.83	4	2649.43	2	2431.70	2
3196.08	3	3101.64	4	3017.38	4	2878.52	2	2786.41	3	2647.82	2	2431.30	
3195.49	3	3093.70	3	3013.19	4	2877.46	2	2782.66	3	2644.21	4	2424.82	3
3194.81 [1]	2	3090.61	4	2983.03	5	2875.08	3	2764.03	3	2637.22	4	2424.66	
3194.35	3	3078.50	2	2977.76	5	2873.53	3	2763.37	3	2628.38	2	2379.93	
3193.99	2	3078.23 [2]	3	2971.10	5	2872.53	3	2761.53	4	2621.91	2	2379.73	2
3189.57	4	3077.83	4	2964.19	4	2861.08	5	2732.91	3	2620.04	2	2379.48	
3187.10	4	3077.56	2	2962.47	3								

Iridium.

Das Iridiumbogenspektrum ist auf Tafel XVII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel XXV, Nr. 5 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXX, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung dieses Spektrums wurde zwischen Kohleelektroden verdampfendes Iridiummetall französischer Provenienz, bezogen von Rohrbecks Nachfolger, Wien, verwendet. Dasselbe erwies sich als ziemlich stark verunreinigt, und zwar hauptsächlich durch Rhodium, neben welchem auch geringe Mengen anderer Platinmetalle und Eisen zu konstatieren waren. Die Abbildung auf Tafel XVII rührt von einem ziemlich knapp exponierten Negativ her und sind die in der Tabelle angeführten Intensitäten bis 3000 den dort sichtbaren Linien angepaßt, während ab 3000 sowohl diese Abbildung als auch die Abbildung des Quarzprismenspektrums bei der Zusammenstellung in Betracht gezogen wurden. Messungen des Iridiumbogenspektrums wurden von uns[3]) im roten Teile, ferner von H. Kayser[4]) von Orange bis Ultraviolett und von Exner und Haschek[5]) im brechbareren Teile vorgenommen. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen sind unseren und den Messungen von H. Kayser entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6830.33	2	5946.02	2	5454.72	4	4656.33	3	4301.78	3	3747.35	4	3559.16	2
6686.31	3	5894.32	8	5449.72	6	4640.23	2	4268.25	5	3725.54	2	3557.33	3
6668.56	2	5887.60	3	5364.51	4	4616.55	8	4259.28	3	3722.90	3 + Fe	3522.19	4
6667.94	2	5882.51	3	5340.93	3	4604.63	3	4212.38	3	3701.11	3	3516.11	2
6624.97	3	5873.70	3	5239.09	2	4570.18	2	4166.22	2 + Cy	3692.85	4 + Rh	3513.81	5
6497.18	3	5872.71	2	5178.13	2	4568.25	4	4115.96	2	3675.16	3	3503.09	3 + Rh
6455.35	3	5846.24	3	5002.87	2	4550.94	2	4092.77	2	3664.78	3	3499.27	3
6418.63	2	5828.74	4	4999.90	2	4548.65	4	4070.82	3	3661.87	3	3494.79	2
6334.68	4	5816.58	2	4970.63	2	4545.84	4	4070.07	3	3647.86	2	3488.73	2
6332.52	3	5807.15	2	4938.23	4	4533.00	2	4040.22	2	3636.37	3	3485.66	2
6288.59	4	5778.53	2	4845.54	2	4495.53	3	4033.92	4	3629.91	3	3484.65	3
6211.58	3	5769.11	2	4840.93	2	4491.52	2	4020.19	4	3629.32	2	3484.26	
6141.97	2	5736.44	2	4809.64	3	4478.65	6	3992.28	4	3628.84	4	3482.76	3
6110.90	5	5732.00	2	4795.83	4	4450.35	2	3976.47	5	3626.46	4	3481.25	2
6068.09	2	5709.52	3	4778.33	6	4426.46	8	3935.01 [7]	5	3625.87		3476.61	2
6060.76	2	5687.57	2	4758.11	3	4403.95 [6]	2	3915.54	2	3617.38	2	3469.79	4
6036.90	2	5649.76	2	4756.61	3	4399.65	8	3915.06	2	3609.93	4	3468.75	
6026.37	3	5627.84	2	4732.01	2	4377.18	4	3902.63	4	3598.94	4	3465.39	2
5999.94	2	5625.76	10	4729.01	5	4352.72	2	3800.24	6	3594.56	5	3449.13	4
5983.88	2	5620.28	4	4709.03	2	4311.67	4	3799.05		3594.31		3437.67	5
5960.88	2	5469.65	3	4669.13	2	4310.75	3	3750.54	2	3573.89	4	3437.19	

[1]) Erscheinen in der Abbildung als eine sehr kräftige Linie.

[2]) Erscheinen in der Abbildung auf Tafel XVI als eine stärkere Linie.

[3]) Eder und Valenta, Wellenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 541.

[4]) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

[5]) Wellenlängentabellen, 1904.

[6]) Koïnzidiert mit einer starken Eisenlinie.

[7]) Koïnzidiert mit einer starken Rhodiumlinie und mit der Calciumlinie 3933.83.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3428.47	2	3287.20	2	3179.33	2	3069.22	3	2951.36	6	2849.85	6	2662.71	3
3424.85	2	3277.42	3	3177.71	4	3069.01	4	2950.88	2	2840.33	3	2639.51	5
3420.65	2	3271.94	2	3169.01	4	3064.90 [1]	3	2949.88	3	2839.29	4	2634.34	2
3419.59	2	3271.37	3	3168.30	3	3064.62		2947.09	3	2837.42	2	2617.87	2
3402.18	3	3266.58	5	3159.28	3	3057.40	3	2943.29	8	2836.51	3	2611.38	3
3401.93		3262.15	4	3154.87	2	3049.56	3	2940.67	2	2835.76	2	2608.31	3
3395.13	2	3255.20	2	3154.68	2	3047.28	3	2939.39	2	2833.34	2	2599.13	2
3386.33	2	3254.54	3	3150.73	3	3040.58	2	2938.88	2	2824.55	4	2592.15	2
3381.15	2	3249.87	2	3145.17	2	3039.38	3	2936.81	4	2823.28	2	2572.78	2
3371.59	3	3249.64		3140.52	2	3037.86	3	2934.75	4	2800.92	2	2544.06	3
3370.79	2	3241.64	5	3133.43	6	3029.49	4	2924.91	6	2798.28	3	2529.56	2
3368.64	8	3232.15	2	3133.21	2	3020.13	2	2918.68	2	2797.46	4	2513.80	2
3360.04	3	3230.90	2	3128.51	2	3019.35	2	2916.48	3	2785.32	2	2512.67	
3340.49	3	3229.41	3	3122.51	2	3017.45	3	2907.35	2	2781.40	3	2503.07	4
3339.53	3	3221.42	3	3121.89	3	3016.55	3	2904.91	3	2775.65	2	2502.71	
3339.03	2	3220.92	10	3120.89	4	3011.81	2	2900.17	2	2772.55	2	2481.26	2
3338.54	4	3219.66	5	3114.67	3	3003.76	3	2899.73	3	2771.71	2	2475.21	2
3334.32	4	3218.59	3	3114.17		3002.38	2	2897.26	4	2744.09	3	2467.38	2
3327.04	2	3213.68	4	3100.59	8	2997.31	3	2882.74	4	2694.32	4	2391.28	2
3323.01	5+Rh	3212.35	5	3088.16	3	2996.20	2	2879.52	2	2692.43	2	2390.71	2
3322.75		3212.24		3086.56	3	2990.75	2	2877.78	3	2673.69	2	2372.86	2
3312.27	3	3205.23	3	3083.34	3	2985.92	3	2876.10	3	2671.93	2	2368.12	2
3310.67	4	3199.06	4	3076.80	3	2980.78	3	2875.72	4	2670.01	2	2363.13	2
3287.73	3	3180.49	3	3069.83	2	2975.06	2	2863.96	2	2664.87	3		

Platin.

Das Bogenspektrum des Platins ist auf Tafel XVII, Nr. 3 und 4, und Tafel XXI, Nr. 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXV, Nr. 6 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XXX, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Die letzte dieser Abbildungen zeigt das Bogenspektrum im Violett und Ultraviolett mit zur Orientierung mitphotographierten Vergleichsspektren von Zinn und Zink. Das Bogenspektrum des Platins wurde unter Benützung von als chemisch rein bezogenem Platinmetall französischen Ursprungs zwischen Kohleelektroden erhalten. Das Metall erwies sich als verunreinigt und es lassen sich die stärkeren Linien des Palladiums sowie des Kupfers, viele Eisenlinien, Calciumlinien etc. in der Abbildung des Gitterspektrums konstatieren. Von diesen dürfte wohl hauptsächlich das Palladium als Verunreinigung des Platins zu betrachten sein, indem die anderen Metalle auch aus den damals verwendeten Bogenlampenkohlen stammen können. Im sichtbaren Teile treten die Palladiumhauptlinien wenig hervor, dagegen sehr deutlich im Ultraviolett. Dieses Verhalten dürfte seinen Grund darin haben, daß zur Herstellung der Gravüre des sichtbaren Teiles ein knapp exponiertes Negativ verwendet, während für jene des Ultravioletts eine reichlich ausexponierte Platte benützt wurde.

Genaue Messungen das Platinbogenspektrums wurden von uns[2]) im äußersten Rot bis 5469, ferner von H. Kayser[3]) ab 5861 bis 2305 und von Exner und Haschek[4]) im Ultraviolett vorgenommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7114.02	4	5979.33	2	5369.19	5	4639.98	3	4481.81	2	4066.09	3	3683.17	2
6842.86	3	5861.08	3	5301.18	6	4580.83	2	4473.63	3	3996.72	3	3674.21	4
6760.36	5	5845.06	4	5260.98	3	4580.69	2	4445.71	4	3966.51	8	3672.17	4
6710.65	4	5840.35	6	5227.78	6	4577.58	4	4442.73	10	3948.55	4	3663.24	2
6648.57	2	5763.78	3	5059.66	5	4560.21	3	4437.47	4	3925.48	3	3643.33	4
6523.71	5	5762.89	2	5044.65	4	4554.76	3	4411.58	3	3923.11	5	3638.96	5
6326.86	4	5699.19	2	5044.19	2	4552.59	5	4392.00	5	3911.05	2	3629.03	3
6318.70	4	5560.26	2	5033.69	3	4552.12	2	4364.62	3	3904.53	2	3628.28	5
6288.75	2	5526.08	3	5002.76	2	4548.06	3	4358.52	3	3900.87	3	3611.06	3
6282.53	2	5514.32	3	4998.12	2	4523.19	4	4327.24	5	3898.88	3	3528.70	2
6237.86	2	5478.70	5	4879.70	4	4521.10	5	4288.22	4	3818.83	4	3514.87	3
6216.24	2	5476.00	5	4854.07	2	4511.42	3	4192.58	4	3720.90	3	3485.43	6
6172.80	2	5469.71	2	4737.72	3	4498.93	8	4164.71	4	3706.69	3	3483.59	4
6026.28	4	5391.01	4	4684.26	4	4493.35	3	4118.85	8	3700.07	4	3454.29	4
6024.51	2	5388.11	2	4658.11	5	4484.88	5	4092.43	3	3687.58	3	3428.08	4

[1]) Fällt mit anderen Linien von Platinmetallen zusammen.

[2]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 565.

[3]) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3408.29	7	3204.17	7	3018.00	4	2893.98	5	2755.00	3	2658.27	3	2495.91	2
3367.14	5	3200.85	7	3002.39	5	2893.34	3	2753.96	2	2650.94	3	2488.82	4
3344.03	4	3292.64	3	2998.09	10	2888.31	3	2753.85	3	2646.97	3	2487.26	4
3323.91	5	3156.69	6	2989.92	2	2870.57	4	2747.70	4	2639.43	3	2471.09	2
3315.19	5	3141.77	2	2960.86	3	2853.48	3	2738.57	2	2628.12	6	2467.50	4
3302.02	8	3139.50	6	2959.22	3	2853.21		2734.58		2627.48	3	2451.05	3
3290.36	6	3119.91	3	2944.88	3	2834.82	3	2734.06	6	2619.67	2	2450.53	
3283.44	3	3101.08	4	2942.88	3	2830.40	6	2733.73		2603.22	2	2440.16	3
3282.10	3	3100.15	4	2938.94	2	2818.35	3	2730.00	3	2596.08	2	2436.77	2
3268.56	4	3084.22	3	2930.90	2	2808.60	2	2719.13	4	2552.33	2	2428.21	4
3261.82	3	3079.67	2	2929.90	9	2803.34	5	2713.22	3	2544.04	2	2418.15	2
3259.87	4	3072.04	4	2921.50	4	2794.30	2	2705.99	4	2539.29	2	2403.18	2
3256.05	5	3064.83	15	2919.45	5	2793.74	1	2702.48	5	2536.58	3	2401.96	2
3252.12	4	3059.75	4	2913.66	6	2793.37	3	2698.50	3	2515.67	3	2383.75	2
3250.48	3	3055.40	2	2913.36	2	2774.31	4	2677.23	3	2515.12		2368.36	2
3240.32	3	3042.75	8	2908.01	2	2774.10		2674.65	3	2508.59	2	2357.18	2
3233.55	4	3036.55	6	2906.00	4	2772.93	3	2659.54	8	2506.01	2	2308.12	2
3230.40	4	3022.96	2	2897.99	4	2769.94	2	2658.79	2	2498.59	2		

Kupfer.

Das Bogenspektrum des Kupfers ist am leichtesten und vollständigsten zwischen Kupferelektroden zu erzeugen; dasselbe Spektrum liefern die Kupfersalze. Es treten zahlreiche mehr oder weniger scharfe Linien auf, aber auch drei Doppelbanden im Rot: eine schwache, deren Kanten bei 6294 und 6268 liegen, und stärkere bei 6162 und 6147 sowie 6059 und 6045; in Tafel XVII, Nr. 7, und Tafel XXV, Nr. 8, erkennt man den Verlauf dieser Banden gegen Rot. Es sind dies dieselben Banden, welche im Flammenspektrum aller Kupferoxydsalze sowohl im Bunsenbrenner als im Knallgasgebläse vorkommen (s. d.). Im sichtbaren Teile sind die grünen Linien (5220, 5153, 5106) und die blauen (4063 und 4023) besonders hervortretend; im Ultraviolett sind die Linien 3274 und 3248 so hell, daß sie eine sehr empfindliche Spektralreaktion ermöglichen. Mit Hilfe dieser Linien lassen sich kleine Spuren Kupfer in fremden Metallen sicher nachweisen und in unseren Tafeln sind zahlreiche Fälle dieser Art registriert.

Die mittels Metallelektroden erhaltenen Kupferbogenlinien eignen sich, wenn sie auch nicht besonders scharf sind, wegen ihrer großen Helligkeit und gleichmäßigen Verteilung im äußeren Ultraviolett als Standards verwendet zu werden.

Das gesamte Kupferbogenspektrum ist auf Tafel XVII, Nr. 5, 6, 7 und 8 (Gitterspektrum), der weniger brechbare Teil auf Tafel XXV, Nr. 7 und 8 (Glasprismenspektrum), bei verschiedenen Belichtungen abgebildet. Tafel XXX, Nr. 5 und 6 (Quarzprismenspektrum), zeigt das Spektrum im Ultraviolett unter Verwendung von Kupfer auf Kohle sowie des „kleinen Bogens" zwischen Kupferstäbchen und des Quarzspektrographen; aus letzterer Tafel ersieht man den größeren Linienreichtum des kleinen Bogens; bei dem Erhitzen von Kupferstückchen im großen Bogen zwischen Kohle treten schöne Umkehrungserscheinungen der ultravioletten Kupferhauptlinien auf. Die Kupferlinien 8093 und 7933 wurden von uns nur mit der Skale gemessen, da diese beiden Linien infolge ihrer Lichtschwäche im großen Gitterspektrographen nur sehr schwach auftreten und die Platten in diesem Bezirke nur geringe Lichtempfindlichkeit aufwiesen. Auf Tafel XXI, Fig. 9 (Gitterspektrum), sind diese Linien dagegen deutlich zu sehen, da der kleine Gitterspektrograph weit lichtstärker ist und wir überdies mit Dicyanin sensibilisierte Platten verwendeten.

Genauere Messungen des Kupferbogenspektrums im äußersten Rot wurden von uns[1]) vorgenommen. H. Kayser und C. Runge[2]) untersuchten dieses Spektrum im Bezirk von 5782.30 bis 1943.88. Endlich liegen noch Messungen im Ultraviolett von Exner und Haschek[3]), sowie von Crew und Tatnall[4]) vor.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
8093	2	6325.75	2	5391.89	3	5153.33	8	4674.98	3	4415.79	2	3861.88	2
7933	3	6268.63	2	5360.22	2	5144.35	2	4651.31	6	4378.40	4	3860.64	2
6906.25	3	5782.30	8	5355.20	2	5105.75	8	4642.78	2	4275.32	5	3688.60	2
6741.78	4	5732.56	2	5352.87	2	5076.42	2	4587.19	6	4267.48	2	3684.75	4
6672.48	2	5700.39	8	5292.75	7	5034.48	2	4539.98	5	4259.63	2	3665.85	2
6621.90	3	5555.22	2	5250.78	2	4866.38	2	4531.04	5	4249.21	2	3659.44	2
6565.82	2	5536.04	3	5220.25	8	4794.23	2	4509.60	3	4177.87	3	3656.90	2
6485.52	2	5432.30	2	5218.45	8	4704.77	4	4507.62	2	4062.94	10	3655.99	2
6474.44	3	5408.56	2	5201.10	2	4697.62	2	4480.59	5	4022.83	8	3654.47	2

1) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 545.

2) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892.

3) Wellenlängentabellen, 1904.

4) Astron. u. Astrophys., Bd. XIII, S. 741; ferner Phil. Magaz., [V], Bd. XXXVIII, 1894, S. 379.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3652.56	2	3520.07	4	3349.38	2	3243.21	3	3094.07	3	2768.94	3	2369.97	5
3648.52	2	3512.19	4	3337.95	4	3208.32	3	3073.89	4	2766.50	5	2303.18	2
3645.32	2	3483.82	3	3319.76	2	3194.17	5	3063.50	5	2751.38	2	2294.44 }	2
3641.79	2	3476.07	3	3317.28	3	3146.93	2	3036.17	5	2618.46	5	2293.92 }	3
3636.01	2	3454.76	4	3308.10	5	3142.47	2	3012.07 }	4	2547.67	2	2276.30	2
3627.39	3	3450.47	3	3290.62	4	3140.42	3	3010.92 }	4	2492.22	3	2263.20	2
3602.11	4	3422.22	2	3282.78	4	3126.22	5	2997.46	4	2441.72	2	2260.58	2
3599.20	4	3415.94	2	3279.89	5	3116.48	2	2961.25	10	2406.82	3	2247.08	2
3533.84	4	3381.52	3	3274.06	20	3108.64	3	2883.03	5	2400.18	3	2244.36	2
3530.50	4	3365.46	2	3247.65	30	3099.97	2	2824.50	4	2392.71	4	2230.16	1
3527.55	3	3354.57	2										

Wie man aus dem Vergleich der Abbildungen sieht, ist das Spektrum des Kupfers im kleinen Bogen linienreicher und namentlich im Ultraviolett heller als das Spektrum des Kupfers zwischen Kohleelektroden. Bei richtiger Belichtung erstreckt sich das Bogenspektrum bis 1943, jedoch ist dieser Bezirk im Funkenspektrum weit besser ausgebildet, allerdings zum Teile mit anderen Linien.

Silber.

Das Bogenspektrum des Silbers haben wir mit kurzer und langer Belichtungszeit auf den Tafeln XVII, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), XXV, Nr. 9 und 10 (Glasprismenspektrum), und XXX, Nr. 7 und 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Die Natriumlinien im Silberspektrum auf Tafel XXV, Nr. 10, sind absichtlich durch Bestreichen der Silberelektroden mit etwas Kochsalz (behufs Orientierung des Spektrums) erzeugt. Das Bogenspektrum des Silbers auf Kohle und der „kleine Bogen" zwischen Silberelektroden weist größere Helligkeitsdifferenzen zugunsten des letzteren auf (namentlich im Ultraviolett, Tafel XXX). Die bei vielen Spektren vorhandene Mischung von scharfen mit stark verbreiterten Linien zeigen in guten Beispielen die ultravioletten Silberspektren auf Tafel XXX, Nr. 7 und 8; namentlich bei den verschwommenen Linien 3383, 3281 und 2375 fällt diese Erscheinung in die Augen, da sie mit den scharfen Silberlinien stark kontrastieren.

Messungen der Linien des Silberbogenspektrums wurden von H. Kayser und C. Runge[1]) im Bezirke von 5667.72 bis 2246.46 und von Exner und Haschek[2]) ab 4668.68 im Ultraviolett durchgeführt.

Wir verzeichnen an der Hand unserer Tafeln folgende Hauptlinien des Silbers:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5471.72	5	4476.29	8	3981.87	1	3383.00	20	2824.50	8	2447.94	2
5465.66	10	4212.76	8	3810.85	5	3280.80	20	2721.84	6	2375.1	10
5209.25	10	4210.87	10	3681.8	5	3130.09	2	2575.70	2	2309.74	5
4668.70	8	4055.44	10	3501.90	3	2938.42	4				

Zu diesen typischen Bogenlinien (Silber im großen Kohlenbogen) kommen noch zahlreiche Linien, welche im „kleinen Bogen" zwischen Silberelektroden auftreten; wir erwähnen hier nur (siehe Tafel XXX) die Silberlinien 3933.60, 3624.0, 3244.77, 2614.55, 2473.93, 2437.84, 2413.20, 2411.37, 2331.34, welche sich unter günstigen Verhältnissen im Bogenspektrum finden, sonst aber weit heller als typische Funkenlinien des Silbers hervortreten.

Gold.

Die Goldspektren unserer Tafeln XVII, Nr. 11 und 12, XXI, Nr. 10 (Gitterspektrum), XXV, Nr. 11 und 12 (Glasprismenspektrum), und XXX, Nr. 9 und 10 (Quarzprismenspektrum), wurden mittels „Feingold" hergestellt, welches aber keineswegs ganz rein war. Da sich aber an diesem Beispiele die Methode der qualitativen Spektralanalyse gut zeigen läßt und alle Verunreinigungen in den Tafeln markiert sind, so beließen wir diese Spektrogramme in den Tafeln.

Wir erwähnen zunächst die Aufnahme auf Tafel XXX, Nr. 9, wo man die Spektrographie des unreinen (auf Kohle liegenden) Goldkügelchens zu Beginn des Versuches sieht und viele Linien von Blei, Silber, Kupfer, nebst solchen der Kohle, des Siliciums und des Bors auftreten; bei weiterem Verdampfen der Substanz im Kohlebogen destilliert das Blei ab und verschwindet, ebenso tritt das Kupfer zurück und es erscheint ein ziemlich reines Goldspektrum (Tafel XXX, Nr. 10). Ferner zeigt Tafel XXV, Nr. 11, daß das Bogenspektrum des Goldes zwischen Kohle (im großen Flammenbogen) merklich ärmer an Linien ist als das zwischen Goldelektroden erzeugte Spektrum des „kleinen Bogens" (Tafel XXV, Nr. 12), in welchem mehrere „Funkenlinien" auftauchen, zum Beispiel 6456.73, 5760.15, 5727.04, 5261.99, 5147.76, 4811.57, 4760.34 und andere auch ultraviolette Linien. Besonders beachtenswert ist das Auftreten des Bandenspektrums des Goldes (Tafel XXV, Nr. 12) im „kleinen Bogen", und zwar ist es das linienreiche Spektrum, welches wir als Flammen-

[1]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

spektrum des Goldes beschrieben haben; im Bogen erscheinen diese Banden noch linienreicher als sie im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse erhalten werden.

Das Bogenspektrum des Goldes im äußersten Rot ist auf Tafel XXI, Nr. 10, abgebildet; die dort ziemlich kräftig hervortretenden Linien erfordern eine relativ lange Belichtungszeit, selbst wenn, wie es bei dieser Spektrumaufnahme der Fall war, Dicyaninplatten benützt werden. In dieser Abbildung sind die Linien bei 7511, 6653 und 6363, welche bei den übrigen Aufnahmen nicht konstatiert werden konnten, deutlich zu sehen. Auch im Linienspektrum des Goldes bemerkt man sowohl scharfe als auch auffällig verbreiterte Linien.

Genauere Messungen des Bogenspektrums des Goldes liegen im Bezirke 6278.37 bis 2283.42 von H. Kayser und C. Runge[1]), ferner im Ultraviolett ab 4488.41 von Exner und Haschek[2]) vor.

In unseren Tafeln findet man folgende Hauptlinien des typischen Goldbogenspektrums:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6456.73	3	4811.57	3	4053.00	3	3553.72	2	3122.88	10	2748.35	5	2428.06	10
6278.37	8	4792.79	5	4041.07	4	3467.19	2	3117.08	2	2701.03	2	2413.27	2
5957.24	5	4607.80	2	4016.27	2	3320.32	4	3033.38	2	2688.86	2	2387.85	2
5863.17	4	4488.41	6	3909.54	2	3308.42	4	3029.32	5	2676.05	10	2364.69	2
5837.64	10	4437.44	3	3898.04	5	3265.18	2	2932.33	2	2641.60	3	2352.75	3
5656.00	4	4315.32	5	3804.22	[3])	3230.73	3	2905.98	2	2590.19	2	2331.45	2
5230.47	6	4241.99	2	3732.68	[3])	3221.94[4])	2	2892.07	2	2544.30	2	2283.42	2
5147.76	1	4084.26	3	3730.92	[3])	3204.81	3	2883.55	4	2510.56	2	2253.44	2
5064.75	6	4065.22	10	3653.66[4])	2	3194.82	2						

Quecksilber.

Das Bogenspektrum des Quecksilbers erhält man am einfachsten zwischen senkrechten Kohleelektroden, deren untere ausgehöhlt und mit Quecksilber gefüllt ist. Das so erhaltene Linienspektrum zeigt scharfe Linien von Gelbgrün bis Ultraviolett (Tafel XVIII, Nr. 3 und 4). In einer Quarzquecksilberdampflampe, welche gekühlt ist und bei geringem Dampfdruck mit schwachem Strom zum Leuchten gebracht wird, zeigt sich ungefähr dasselbe Spektrum (siehe Tafel XXVI, Nr. 1), ja es bleibt das Spektrum der grünlich leuchtenden Röhre an Helligkeit und Linienreichtum unter diesen Umständen sogar gegenüber dem Quecksilberbogenspektrum an der Luft zurück (Tafel XXX, Nr. 11 und 12). Wird jedoch durch die Quecksilberdampflampe (Quarzglas) ein starker Strom geleitet und steigt der Dampfdruck stark, so wird das Quarzquecksilberlicht blendend weiß und sendet dann ein linienreiches Spektrum aus, in welchem ziemlich starke rote, orange und gelbe Linien auftauchen; es treten Verbreiterungserscheinungen starker Linien auf und das sehr linienreiche Spektrum erstreckt sich weit ins Ultraviolett. Wir haben das Spektrum der Quarzquecksilberdampflampe auf Tafel XVIII, Nr. 1 und 2, ferner im äußersten Rot auf Tafel XXI, Nr. 11, abgebildet. Im Spektrum des Quecksilbers auf Tafel XVIII zeigen sich zufolge enormer Helligkeit „Geisterchen" bei einzelnen Linien. Bei niedriger Wattbelastung einer solchen Lampe ist das Intensitätsverhältnis verschiedener Linien ein anderes als bei hoher Belastung. Besonders deutlich treten im letzteren Falle mehrere rote Linien (zum Beispiel 6908.13 und 6716.64), orange Linien (zum Beispiel 6234.55, 6123.65 und 6072.93) und schwache gelbe Linien (5890.18, 5872.78, 5859.90) auf. Im gewöhnlichen Bogenspektrum des Quecksilbers an der Luft fehlen diese Linien entweder ganz oder treten nur sehr schwach auf; erst ab 5790 setzt im Gelbgrün das glänzend helle Quecksilberbogenspektrum ein. Das Bogenspektrum des Quecksilbers wurde zuerst von H. Kayser und C. Runge[5]) photographiert und genau gemessen. Später wurden Messungen von H. Stiles[6]) durchgeführt, welche von 7082 bis 2259 reichen. Von Stark[7]) wurden Messungen des Quecksilberbogens im Vakuum veröffentlicht. Exner und Haschek[8]) haben das Bogenspektrum an der Luft ab 4358 im Ultraviolett untersucht. Wir haben die Linien im roten Bezirke des Spektrums einer Quarzquecksilberdampflampe gemessen[9]). Den Zahlen der Wellenlängen, welche in der folgenden Tabelle enthalten sind, wurden die Messungen von H. Kayser und C. Runge zugrunde gelegt. Es sind folgende charakteristische Hg-Linien, welche alle in unseren Tafeln vorfindlich sind, in der Tabelle enthalten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7092.32	2	6234.55	3	5872.78	2	5769.81	10	4959.74	2	4339.47	6	3984.08	2
7082.43	3	6123.65	2	5859.90	2	5676.01	2	4916.41	5	4108.90	2	3906.63	4
6908.13	4	6072.93	2	5804.28	4	5460.97	10	4358.56	10	4078.05	6	3902.12	2
6716.64	2	5890.18	2	5790.87	10	5365.25	2	4347.65	8	4046.78	8	3820.6	2

[1]) Abhandlungen d. königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

[3]) Nur am Negativ sichtbar.

[4]) Von uns im Funken gemessen.

[5]) Über die Spektren der Elemente. IV. Über die Linienspektren der Elemente der zweiten Mendelejeffschen Gruppe, Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1891; Wiedem. Ann., S. 384 bis 409, 1891.

[6]) A Determination of wave-lengths (International System) for the Arc and Spark Spectrum of Mercury. Astrophys. Journal, Bd. XXX, 1909, S. 48.

[7]) Über zwei Linienspektren des Quecksilbers, Annal. d. Phys., Bd. XVI, 1905, S. 490.

[8]) Wellenlängentabellen, 1904.

[9]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 571.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3790.36	2	3655.00	7	3341.70	6	3021.68	5	2819.97	2	2655.29	8	2534.89	5
3770.71	2	3650.31	8	3131.95	8	3011.17	2	2803.69	6	2653.86	8	2482.14	5
3751.83	2	3561.53	2	3131.66	8	3007.02	2	2799.76	3	2652.22	8	2478.09	2
3704.42	2	3543.65	2	3125.78	10	2967.64	5	2759.83	3	2648.12	2	2464.15	2
3680.74	3	3390.50	2	3038.69	2	2925.51	4	2752.91	4	2576.31	3	2446.96	2
3663.46	5	3351.52	2	3027.66	4	2893.67	4	2699.74	4	2540.39	2	2399.64	2
3663.05	4	3144.61	1	3023.64	5	2857.07	2	2675.20	2	2536.72	6	2378.40	2

Zink.

Das auf Tafel XVIII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXVI, Nr. 2 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XXXI, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildete Bogenspektrum des Zinks ist mit Metall (auf Kohle) hergestellt. Dieses Spektrum weist im sichtbaren Teile sowie im Ultraviolett ein charakteristisches Bild auf. Auf unseren Tafeln beginnt dieses Spektrum mit der roten Zn-Linie 6362.58 und erstreckt sich bis auf 2430.74 im Ultraviolett. Die Wellenlängenangaben in dieser Tabelle sind den Messungen H. Kaysers und C. Runges [1]) entnommen.

Wir haben das äußerste Rot des Zinkbogenspektrums photographiert und außer den in obiger Tabelle geführten Linien im Rot die Linien 6943.9, 6939.2, 6929.0 gemessen [2]). Wir verzeichnen auf den Tafeln folgende Zinklinien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6362.58	8	3515.26	2	3075.99	6	2770.94	8	2670.67	4	2570.00	4	2491.67	4
5182.20	4	3346.04	6	3072.19	7	2756.53	7	2623.87	2	2567.99	3	2479.85	2
4810.71	10	3345.62	8	3035.93	7	2751.49	2	2608.65	10	2542.53	4	2469.72	2
4722.26	10	3345.13	10	3018.50	6	2736.96	2	2601.03	3	2530.34	2	2463.47	2
4680.38	10	3303.03	8	2801.00	10	2712.60	6	2582.57	8	2516.00	5	2439.94	2
4630.06	5	3302.67	8	2781.33	2	2684.29	5	2575.15	2	2493.67	2	2430.74	2
4293.02	3	3282.42	7	2771.05	8								

Aluminium.

Das vollständige Bogenspektrum des Aluminiums erhält man am besten mit metallischem Aluminium auf Kohle. Dem Linienspektrum des elementaren Aluminiums mischt sich das hübsch und regelmäßig angeordnete Aluminiumoxydbandenspektrum bei, welches im sichtbaren Teile auftritt (Tafel XVIII, Nr. 7 und 8, XXVI, Nr. 4, XXXI, Nr. 3), während das erste starke Linienpaar des Aluminiums zwischen den Fraunhoferschen, dem Calcium angehörigen Linien *H* und *K* des Sonnenspektrums an der Grenze des Violett hervortritt und andere im Ultraviolett gewaltig aufleuchten. Die roten und grünen Aluminiumlinien sind relativ schwach.

Genauere Messungen über das Bogenspektrum des Aluminiums im äußersten Rot wurden von uns [3]) veröffentlicht, doch konnten wir nur die beiden Linienpaare 6699 bis 6696 und 5558 bis 5557 konstatieren, welche Linien auch bereits von F. Paschen [4]), welcher das ultrarote Spektrum untersuchte, gemessen wurden. Der Genannte konstatierte auch das Vorhandensein einer schwachen Linie bei 5105. Im Ultraviolett liegen Messungen von H. Kayser und C. Runge [5]), ferner von Exner und Haschek [6]) vor. Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der in unseren Abbildungen deutlich erkennbaren Aluminiumlinien auf Grund der obigen Messungen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6699.02	2	5105.57	2	3092.84	10	2575.20	6	2373.45	4	2367.16	5	2258.27	2
6696.32	3	3961.68	10	3082.27	10	2568.08	4	2373.23	6	2269.20	2	2210.15	2
5558.37	2	3944.16	10	2660.49	5	2378.52	5	2372.21	3	2263.52	2	2204.73	2
5557.57	3	3092.95	6	2652.56	5								

Die noch folgenden ultravioletten Linien kürzerer Wellenlänge sind schwach sichtbar und wurden hier nicht weiter berücksichtigt, während sie beim Funkenspektrum des Aluminiums sehr große Bedeutung haben.

Die Aluminiumoxydbanden, welche vielleicht auch als Bandenspektrum des Aluminiums im Bogenspektrum selbst gelten können, sind im weniger brechbaren Teil nicht charakteristisch.

[1]) Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1891.

[2]) Eder u. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 609.

[3]) Eder u. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 520.

[4]) Annal. d. Phys., [IV], Bd. XXIX, 1909, S. 625.

[5]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

Wir bemerkten sie erst im Grün deutlich und von da ab ordnen sie sich zu einem charakteristischen Bandenspektrum von regelmäßigem Bau, welches durch eine Serie von Bandenkanten auffällt. Sowohl bei kleiner als bei größerer Dispersion können diese Banden dem Beobachter nicht entgehen(Tafel XVIII, Nr. 7, und XXVI, Nr. 4). Im großen Gitterspektrographen lösen sich diese verbreiterten Bandenköpfe in viele hundert feine Linien auf. Wir begnügen uns, hier auf die zur Identifizierung dieses Spektrums gut geeigneten Banden, deren Kanten bei 5143.06, 5123.44, 5102.30, 5079.55, 4866.54, 4842.37, 4694.45, 4671.60, 4648.16, 4576,49, 4537.02, 4494.04 liegen, hinzuweisen.

Messungen der Wellenlängen dieser Kanten wurden außer von Hasselberg [1]) neuester Zeit von Lauwartz [2]) durchgeführt. Die obigen Zahlen entsprechen letzteren Messungen.

Indium.

Das von uns benützte metallische Indium enthielt Cadmium, Zink, Blei, Calcium und Zinn. Da die den fremden Metallen angehörigen Linien bezeichnet und die wahren Indiumlinien markiert sind, so geben unsere Tafeln XVIII, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), XXVI, Nr. 5 (Glasprismenspektrum), und XXXI, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), ein klares Bild dieses Spektrums; Indiumsalze geben dasselbe Spektrum. Genauere Messungen des Indiumbogenspektrums wurden von H. Kayser und C. Runge [3]) und im brechbareren Teile von Exner und Haschek [4]) ausgeführt.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen sind den letzteren Messungen entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4511.55	10	3256.22	10	2753.99	3	2710.38	10	2523.08⎫	3	2460.24	3
4101.95	8	3039.46	10 [5])	2720.10	2	2601.90	3	2521.41⎭	6	2389.64	2
3258.68	6	2932.75	4	2714.01	6	2560.24	8	2468.20	3		

Cadmium.

Das Bogenspektrum des Cadmiums entsteht sehr leicht aus metallischem Cd sowie aus Cadmiumverbindungen im elektrischen Kohlebogen (Tafel XVIII, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), XXVI, Nr. 3 (Glasprismenspektrum), XXXI, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum). Das Cadmiumspektrum wird häufig zur Orientierung benützt, da seine Linien leicht auffindbar und über das ganze Spektrum verteilt sind. Das Bogenspektrum weicht vom Funkenspektrum des Cadmiums ziemlich stark ab. Einzelne Linien, welche im Funkenspektrum kräftig hervortreten, fehlen im Bogen ganz, andere treten gegenüber dem Funkenspektrum zurück; z. B. fehlen im Bogen die Linien 3888, 3386, 3085, 2500, 2419. Ähnliche Erscheinungen treten übrigens auch bei anderen Elementen auf, wie aus unseren Tafeln zu ersehen ist.

Da das Cadmiumspektrum sehr hübsche Verbreiterungs- und Umkehrungserscheinungen gibt, haben wir es mit geringer sowie mit großer Dampfdichte auf den verschiedenen Tafeln abgebildet, wobei wir namentlich auf die bemerkenswerte Umkehrungserscheinung der verbreiterten Cadmiumlinie 2288, Tafel XXXI, Nr. 2, aufmerksam machen. Auf unseren Tafeln finden sich alle wichtigeren Cadmiumlinien ab 6438.7; wir führen deren Wellenlängen nach den Messungen von F. Paschen [6]) und jenen von Kayser und Runge [7]) in folgender Tabelle an.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6438.71	10	4515.83	[8])	3467.76⎫	8	2980.75	8	2764.29⎫	2	2639.63	6	2312.95	6
6325.40	3	4413.23	3	3466.33⎭	8	2961.64	3	2763.99⎭	6	2632.29	2	2306.72	3
5378.42	[8])	4306.98	4	3403.74	10	2881.34	3	2748.68	[8])	2629.15	3	2288.10	4 [9])
5339.69	[8])	3729.21	3	3299.11	2	2880.88	8	2733.97	3	2580.33	2	2267.53	2
5154.85	3	3649.74	2	3261.27	5	2868.35	4	2712.65	4	2573.12	3	2265.13	4
5086.06	10	3614.58	3	3252.63	5	2862.36	2	2677.65	8	2553.61	3	2239.93	2
4800.09	10	3613.04	8	3133.29	4	2837.01	8	2670.81	2	2544.84	2	2194.67	[8])
4678.37	10	3610.66	10	3081.03	4	2818.66	2	2660.45	3	2329.35	6	2144.45	[8])
4662.69	8	3500.09	3	2981.46	3	2775.09	3						

[1]) Spektrum der Tonerde, Kongl. sv. vet. Akad. Handlingar, Bd. XXIV, Nr. 15; ferner Astrophys. Journal, Bd. XI, 1892, S. 793.

[2]) Über Messungen und Gesetzmäßigkeiten im Bandenspektrum der Tonerde, Dissertation, Bonn 1903; ferner Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1903, S. 160.

[3]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892; ferner H. Kayser, Handbuch d. Spektroskopie, Bd. V, 1910, S. 283.

[4]) Wellenlängentabellen, 1904.

[5]) Umgekehrt.

[6]) Annal. d. Phys. [IV], Bd. XXIX, 1909, S. 625.

[7]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1891.

[8]) Diese Linien treten im Funken stark, im Bogen schwächer auf und sind in unseren Abbildungen des Bogenspektrums nicht ersichtlich.

Thallium.

Im Bogenspektrum des Thalliums oder seiner Salze sieht man die glänzend grüne Linie 5350; daneben tritt die schwache rote Linie 6550 auf.

Um so intensiver sind die zahlreichen ultravioletten Thalliumlinien. Auf unseren Tafeln XIX, Nr. 1 und 2, XXI, Nr. 12, XXVI, Nr. 6, und XXXI, Nr. 5, erkennt man folgende Hauptlinien des Thalliums, welche teilweise prächtige Umkehrungserscheinungen aufweisen und deren Wellenlängen nach unseren[1]) Messungen sowie nach jenen von Kayser und Runge[2]) in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6714.37	5	5350.65	10	3229.88	5	2826.27	8	2665.67	6	2553.07	2	2379.66	8
6550.36	10	3775.87	10[3])	2945.15	4	2767.97	10[3])	2609.86	4	2552.62	6[3])	2362.16	3
6420.80	2	3653.10	2	2921.63	8	2710.77	3	2609.08	8[3])	2517.50	3[3])	2316.01	2
5584.72	2	3529.58	8	2918.43	10[3])	2709.33	6[3])	2585.68	4	2416.78	3	2237.91	2
5528.98	3	3519.39	10[3])	2895.52	4	2700.3	4	2580.23	8[3])				

Zinn.

Das Bogenspektrum des Zinns hat einige deutliche Linien im sichtbaren Spektrum und ein linienreiches starkes Spektrum im Ultraviolett, welches auch deutliche Umkehrungserscheinungen aufweist. Die Tafeln XIX, Nr. 3 und 4, XXVI, Nr. 7, und 8, ferner XXXI, Nr. 6, geben gute Bilder derselben. Bei längerer Belichtung treten noch mehrere ultraviolette Linien im stärker brechbareren Teile deutlich hervor, die auf unseren Tafeln nicht ersichtlich sind. Im äußersten Rot wurden von uns[4]) zwei Linien, 6149 und 5631, gemessen; ab der letzteren Linie liegen Messungen bis ins Ultraviolett von Kayser und Runge[5]) bis 2053 und von Exner und Haschek[6]) vor. Die in der Tabelle enthaltenen Wellenlängen der wichtigsten Zinnlinien sind nach unseren und nach Messungen von H. Kayser und C. Runge eingetragen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6149.81	2	3141.92	5	2813.66	6	2594.49	5	2495.80	6	2386.96	2	2269.03	3
5631.89	6	3034.21	10	2812.70	2	2571.67	6	2491.91	2	2380.82	3	2246.15	3
4524.92	8	3032.88	5	2788.09	2	2558.12	4	2483.50	5	2364.89	2	2209.78	3
3801.16	8	3009.24	8	2785.14	4	2546.63	5	2455.30	4	2358.05	2	2199.46	3
3655.88	3	2913.67	6	2779.92	3	2531.35	3	2433.53	2	2354.94	4[3])	2141.1	3
3330.71	5	2863.41	10[3])	2706.61	10[3])	2526.13	2	2429.58	10[3])	2334.89	3[3])	2096.4	3
3262.44	10	2850.72	5	2661.35	5	2524.05	4	2421.78	8[3])	2317.32	3[3])	2080.2	3
3218.78	2	2840.06	10[3])	2637.05	3	2499.30	2	2408.27	4	2286.79	3	2053.8	1
3175.12	10												

Blei.

Das Bogenspektrum des Bleis haben wir mittels reinem Metall erzeugt. Dasselbe Spektrum geben Bleisalze im elektrischen Bogen zwischen Kohle. Im sichtbaren Teile (Tafel XIX, Nr. 5 und 6, XXI, Nr. 13, und XXVI, Nr. 9 und 10) finden wir mehrere charakteristische Linien, jedoch liegt die größere Zahl starker Pb-Linien im Ultraviolett (Tafel XXXI, Nr. 7). Bemerkenswert sind die auf Tafel XXVI abgebildeten etwas verschiedenen Bleibogenspektren im großen Bogen (auf Kohle) und im kleinen Bogen (zwischen Metallelektroden bei schwachem Strom); der letztere gibt die Hauptlinien des Bogenspektrums nicht nur kräftiger, sondern zeigt einen Linienzuwachs von zwei ausgesprochenen „Funkenlinien" (4387 und 4245), welche in unserer Tafel nicht besonders markiert, aber an der Skale deutlich abzulesen sind. Starke und schöne Umkehrungserscheinungen weist namentlich das ultraviolette Spektrum im Quarzspektrographen (Tafel XXXI, Nr. 7) auf.

Genauere Messungen des Bleibogenspektrums wurden von uns[7]) im roten Teil des Spektrums, von Kayser und Runge[5]) ab 6002 bis ins äußerste Ultraviolett und von Exner und Haschek[6]) im Blau und Ultraviolett vorgenommen. Die roten Linien, welche mit Hilfe von Dicyaninplatten photographiert wurden, sind auf Tafel XXI sehr schön zu sehen.

Die Natriumlinie 5896 erscheint von einer Bleilinie überdeckt.

Das typische Bleibogenspektrum besteht somit aus nachstehend verzeichneten wichtigeren Linien:

[1]) Eder u. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 583.

[2]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1892.

[3]) Umgekehrt.

[4]) Eder u. Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 610.

[5]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1893.

[6]) Wellenlängentabellen, 1904.

[7]) Eder u. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 523.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7229.30	6	5005.62	5	3671.65	5	2980.29	2	2663.26	6	2446.28	4[1]	2388.89	2
6235.73	3	4340.65	2	3639.71	8	2926.84	2	2657.16	2	2443.92	4[1]	2332.54	3
6111.32	2	4168.21	5	3572.88	7	2873.40	8	2650.77	7	2428.71	3	2247.00 [2]	
6060.07	3	4062.30	10	3262.47	3	2833.17	10[1]	2628.36	2	2411.80	4[1]	2237.52 [2]	
6012.36	3	4057.97	20	3240.31	3	2823.28	5	2614.26	8[1]	2402.04	3[1]	2170.07 [2]	
6002.20	6	4019.77	4	3220.68	4	2802.09	9[1]	2577.35	3	2399.69	5	2115.1 [2]	
5896.18	2 + Na	3740.10	5	3150.9	5	2712.62	2	2476.48	4[1]	2393.89	3[1]	2088.5 [2]	
5201.65	4	3683.60	8	3119.09	3	2697.72	7						

Antimon.

Das von uns aus metallischem Antimon zwischen Kohleelektroden erzeugteBogenspektrum ist aufTafel XIX,Nr.7 und8 (Gitterspektrum), XXVI, Nr. 11 (Glasprismenspektrum) und XXXI, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es war mehrfach verunreinigt und gibt uns ein Beispiel einer spektralanalytischen Untersuchung dieser Art. Wir haben die Linien des Bleis, Kupfers, Zinns und Arsens auf der Kupfertafel markiert und zugleich die wahren Antimonlinien hervorgehoben.

Das Antimonbogenspektrum wurde von uns[3]) im roten Bezirke, von H. Kayser und C. Runge[4]) von 5730 bis 2068, ferner von Exner und Haschek[5]) im brechbareren Teile untersucht und genau gemessen. Von A. Krätzer[6]) wurde das Antimonbogenspektrum gleichfalls im roten Bezirke gemessen. Die Genannte führt eine ziemlich große Anzahl von Linien. Wir haben in unserer Tabelle nur jene Linien geführt, welche aus unserer Abbildung zu ersehen sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5730.56	2	4033.70	5	3029.91	5	2682.86	2	2554.72	2	2422.21	2	2311.60	4
5707.52	2	3722.92	5	2878.01	5	2670.73	3	2528.60	8	2395.31	2	2306.56	2
5632.07	4	3637.94	5	2851.20	3	2652.70	3	2481.81	2	2383.71	2	2293.54	1
5602.39	2	3504.64	5	2770.04	4	2614.74	2	2480.50	3	2373.78	2	2262.55	1
5600.05	2	3383.24	4	2727.32	2	2612.40	2	2445.59	2	2360.60	2	2175.99 [7]	
5556.37	2	3267.60	5	2719.00	3	2598.16	10	2426.44	3	2352.31	2	2068.54 [7]	
5490.51	2	3232.61	5	2692.35	2	2574.14	2						

Wismut.

Das Bogenspektrum des Wismuts haben wir sowohl mit dem Metall als auch mit seinen Salzen erhalten. Es ist auf Tafel XIX, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), XXVI, Nr. 12 (Glasprismenspektrum), undXXXI, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Wenn auch im sichtbaren Teil deutlich Wismutlinien vorkommen, so liegt der besonders charakteristische Teil des Wismutbogenspektrums doch im Ultraviolett, wie die Abbildung auf Tafel XIX, zeigt. Das Wismutbogenspektrum wurde im roten Bezirk von uns[8]) untersucht und acht Linien gemessen. Genaue Messungen dieses Spektrums ab 5742 liegen von Kayser und Runge[4]) vor. Im Blau und Ultraviolett haben Exner und Haschek[5]) die Linien dieses Spektrums photographiert und gemessen.

Wir registrieren folgende wichtigere Wismutlinien, denen sich mehrere schwache Linien im Ultraviolett, zum Beispiel 2110.4 und 2061.8, anschließen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6476.24	2	4308.70	4	3511.00	5	2993.46	5	2730.61	3	2489.5	8	2346.0	1
6135.08	4	4308.34	4	3405.39	3	2989.15	5	2696.84	3	2448.15	2	2333.87	1
5742.77	1	4254.33	1	3397.31	5	2938.38	7	2627.99	7	2433.5	2	2328.27	1
5552.43	5	4122.01	5	3076.73	3	2898.08	6	2532.65	8	2430.51	2	2309.4	2
4733.91	2	4121.69	5	3067.81	10	2863.84	5	2524.58	6	2400.98	5	2276.64	2
4722.72	7	3888.34	2	3034.99	3	2809.74	5	2515.72	5	2369.22	1	2230.70	1
4493.16	2	3596.26	5	3024.75	5	2780.57	5	2499.58	2	2354.57	2	2228.31	1

[1]) Umgekehrt.

[2]) Diese Linien wurden von Kayser und Runge gemessen, sind aber in unseren Abbildungen nicht mehr sichtbar.

[3]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 520.

[4]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1893.

[5]) Wellenlängentabellen, 1904.

[6]) Untersuchungen über das Antimonspektrum, Inaugural-Dissertation, 1909.

[7]) Diese Linien sind auf unseren Tafeln nicht mehr sichtbar.

[8]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, S. 605.

Tellur.

Das Bogenspektrum des Tellurs, welches auf Tafel XXXI, Nr. 12, abgebildet ist, läßt nur wenige Linien erkennen. Es sind dies die scharfen Linien 2769.76, 2530.82, ferner die Doppellinie 2385.90 bis 2383.39, welche von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1904) genau gemessen wurden. Daran schließen sich die sehr schwachen Linien bei 2265.70, 2259.13 und 2255.65 an.

Diese schwachen Linien treten im Funken deutlicher hervor und sind deren Wellenlängen dem Funkenspektrum entnommen worden.

Arsen.

Im elektrischen Flammenbogen auf Kohleelektroden gibt Arsen nur im Ultraviolett ein charakteristisches Spektrum. Die stärksten dieser Linien (2349 und 2288) treten selbst bei kleinen Spuren von Arsen auf und geben eine sehr empfindliche Spektralreaktion. Wir photographierten das Bogenspektrum des Arsens mittels des Quarzspektrographen und haben auf unserer Tafel XXXI, Nr. 9, die fremden Antimon- und Siliciumlinien bezeichnet. Die wichtigsten Arsenlinien sind:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3119.70	4	2898.86	4	2493.02	2	2370.85	3	2288.18	4	2165.64	2
3075.46	3	2860.60	6	2456.60	4	2369.71	3	2271.46	2	2144.21	2
3032.95	4	2780.37	8	2437.30	2	2363.13	2	2266.79	3	2133.92	2
2991.10	3	2745.12	6	2381.26	3	2349.88	4				

Es schließen sich dann noch stärker brechbare ultraviolette Linien bis 2009.31 an, welche jedoch undeutlich sind; Messungen der Arsenbogenlinien wurden von Kayser und Runge[1]), ferner von Exner und Haschek[2]) vorgenommen und sind obige Zahlen diesen Messungen entnommen.

Phosphorsäure.

Phosphorpentoxyd sowie phosphorsaure Salze geben im elektrischen Flammenbogen (auf Kohleelektroden) ein gemischtes Linien- und Bandenspektrum. Auf unserer Tafel XXXI, Nr. 8, finden wir bei 3286 bis 3246 eine Bande, dann bei 2635, 2625, 2611, 2597, 2588, 2571 weitere solcher Phosphorbanden; 2555.00 bis 2553.37 ist eine scharfe Doppellinie, welche ebenso wie die scharfe Doppellinie 2535.74 bis 2534.12 die charakteristischen Phosphorlinien im Ultraviolett repräsentieren; daran schließen sich im äußeren Ultraviolett verschwommene Streifen bei 2477, 2464, 2454, ferner eine andere Gruppe, welche bei 2397 und 2385 Maxima zeigt. Dieselben Banden und Linien treten mehr oder weniger entwickelt auch im Flammen- und Funkenspektrum der Phosphorsäure auf (siehe diese).

Silicium.

Das Bogenspektrum des Siliciums entsteht leicht zwischen Kohleelektroden sowohl bei Verwendung von elementarem Silicium als auch von Kieselsäure oder anderen Siliciumverbindungen. Auf Tafel XIX, Nr. 11 und XXVII, Nr. 4, sehen wir folgende charakteristische Siliciumlinien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3905.70	10	2881.70	15	2524.22	6	2514.43	6
3020.13	2	2631.39	2	2519.30	6	2507.01	8
2987.76	2	2528.60	8	2516.20	8	2435.27	4

Es folgen noch mehrere schwache Siliciumlinien, welche jedoch undeutlich und unwichtig sind. Dagegen ist die Linie 2881 und die Gruppe 2528 bis 2435 außerordentlich charakteristisch und ergibt eine höchst empfindliche spektralanalytische Reaktion. Allerdings liegen diese Linien in einem Bezirk des benachbarten Ultraviolett, welcher für den Glasapparat unzugänglich ist.

Kohle.

Der zwischen Kohleelektroden an der Luft erzeugte elektrische Flammenbogen liefert ein charakteristisches Bandenspektrum, das teils dem Kohlenstoff selbst, teils dem Cyan zugeschrieben wird. Letztere Banden treten im Kohlebogen nur auf, wenn Stickstoff zugegen ist.

Daneben findet man stets die Natriumlinie, welche selbst in reiner Gaskohle oder Lindenkohle nie fehlt, ferner Lithium, Natrium, Calcium, eventuell Silicium, Bor etc. Häufig mischt sich das Kohlespektrum den mit Kohleelektroden erzeugten diversen Metallspektren etc.

[1]) Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1893.

[2]) Wellenlängentabellen, 1904.

mehr oder weniger bei, weshalb namentlich die Kenntnis der Kanten der durch die Kohleelektroden verursachten Hauptbanden wichtig ist. Das Bogenspektrum der Kohle ist auf Tafel XIX, Nr. 12 und 13 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XXII, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), und Tafel XXVII, Nr. 1 und 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Auf Tafel XXII, Nr. 1, sieht man im Glasspektrographen die grünen, blauen und violetten Cyanbanden, während Tafel XIX, Nr. 13, im Gitterspektrographen dasselbe Spektrum bei größerer Dispersion zeigt; auf dieser Tafel ersieht man auch die bis ins Rot reichenden, aus zahlreichen feinen Linien zusammengesetzten Kohlebanden, welche sich im roten Spektralbezirke nicht zu einem deutlichem Maximum oder gut definierten Kanten verdichten, wogegen die Kohle- und Cyanbanden kürzerer Wellenlänge charakteristische Bandenkanten geben.

Das Spektrum des elektrischen Kohlebogens zeigt folgende charakteristische Kanten[1]).

λ		λ		λ		λ	
5635.43		4606.28		4365.01	Kohlebande	3883.55	Cyanbande,
5585.50	Kohlebande	4578.11		4216.18		3871.54	stärkste
5540.86		4553.24		4197.24		3861.86	Hauptbande
5165.30	Kohlebande	4531.95		4180.98		3855.06	
5129.36		4514.89	Cyanbande	4180.49	Cyanbande,	3590.48	
4737.18		4502.23		4167.77	Hauptbande	3585.95	Cyanbande
4715.31	Kohlebande	4495.27		4166.90		3584.06	
4697.57		4494.08		4158.17			
4684.94		4381.94	Kohlebande	4152.88			
		4371.31					

Diese Banden verlaufen nach Violett zu und haben die scharfen Kanten gegen die weniger brechbare Seite; sie sind von vielen Hunderten von feinen Linien durchsetzt, von welchen Tafel XIX, Nr. 12 und 13, und Tafel XXII, Nr. 1, ein Bild gibt.

Bor.

Das Linienspektrum des elementaren Bors im Bogen besteht aus einer einzigen wirklich charakteristischen Linie, welche im äußeren Ultraviolett liegt, nämlich der Doppellinie 2497.80 und 2496.84. Diese Doppellinie ist auf Tafel XIX, Nr. 12 (Gitterspektrum), und Tafel XXVII, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet, wie sie aus elementarem Bor zwischen Kohleelektroden erhalten wird. Diese Borlinie ist außerordentlich stark und ein höchst empfindliches Anzeichen für die Anwesenheit von Bor, weshalb wir sie auch in den meisten Spektren vorfinden.

Erhitzt man Borsäure auf Kohleelektroden im elektrischen Flammenbogen, so entstehen außer der Doppellinie 2497 bis 2496 jene Borsäurebanden, welche wir bereits bei den Flammenspektren (Tafel I) beschrieben haben. Sie erscheinen sehr hell, lassen sich leicht auch im Gitter bei großer Dispersion photographieren und werden dann in unzählige feine Linien aufgelöst; ob es sich um ein Verbindungsspektrum der Borsäure oder ein Bandenspektrum des Bors handelt, ist fraglich. Wir zeigen auf Tafel XXVII, Nr. 4, einige auch im Quarzspektrographen nachweisbare „Borsäurebanden“ des Bogenspektrums ungefähr in der Gegend 2550 (Kante der nach Rot verlaufenden Bande) und 2437.

Ob diese Banden das Bandenspektrum des elementaren Bors oder das der Borsäure darstellen, erscheint fraglich.

[1]) Die meisten Kohle- und Cyanbanden haben Kayser und Runge genau gemessen (Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1889). Die in diesen Messungen fehlenden Banden von 4606.28 bis 4494.08 sind von uns gemessen; s. Eder u. Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 543. Auf Tafel XXVII, Nr. 1, ist die Hauptfunkenlinie 2478·64 zu bemerken.

III. FUNKENSPEKTREN.

Die Funkenspektren der Metalle entwickeln sich typisch in dem durch Leydenerflaschen verstärkten Funken eines Ruhmkorffschen Induktoriums mit Hammer-Unterbrecher, ferner in ähnlicher (aber nicht völlig identischer) Art bei Verwendung der Woodschen Induktionsrolle oder eines ähnlichen Transformators für Wechselstrom. Womöglich benützt man Elektroden aus Metall oder auch Gaskohle, auf welche die zu untersuchende Substanz (zum Beispiel Salze der seltenen Erden, der Erdalkalimetalle etc.) aufgeschmolzen oder mechanisch aufgetragen wird. Die mit wässerigen Lösungen imprägnierten Kohlen oder die mit wässeriger Salzlösung überhaupt hergestellten Funkenspektren sind relativ linienarm und wenig hell, so daß sie für die photographisch-spektralanalytischen Versuche weniger Bedeutung haben als die imprägnierten trockenen Kohlen. Werden die Funkenspektren zwischen Metallelektroden an der atmosphärischen Luft erzeugt, so mengt sich dem Metallspektrum das Linienspektrum der Luft, respektive des Stickstoffes und Sauerstoffes bei; ferner tauchen zufolge der in der Regel vorhandenen Feuchtigkeit die Hauptlinien des Wasserstoffes (Zersetzung des Wasserdampfes) auf. Bei Verwendung von Kohleelektroden tritt das Linienspektrum der elementaren Kohle auf, bei Gegenwart von Stickstoff auch das Cyanbandenspektrum, ähnlich wie im Kohlebogenlicht, bei Gegenwart von Wasser unter Umständen das Wasserdampfspektrum (siehe Seite 9) etc. Diese komplizierten Verhältnisse sind beim Funkenspektrum der Kohle näher beschrieben. Das Linienspektrum des Stickstoffes und Sauerstoffes beim durchschlagenden elektrischen Funken (mit Leydenerflaschen) haben wir getrennt auf Tafel XLIII, Nr. 9 und 10, beziehungsweise Nr. 7 und 8, abgebildet. Der Funken des Ruhmkorffschen Induktoriums ohne Leydenerflaschen gibt auch noch das Bandenspektrum des Stickstoffes, was für unseren Atlas aber nicht in Betracht kommt.

Da der Spektralanalytiker bei seinem Funkenspektrum an der Luft stets das Gemisch der Stickstoff- und Sauerstofflinien vor sich hat, so führen wir das „Luftspektrum" in seiner Gesamtheit an und bezeichnen die Zugehörigkeit der „Luftlinien" zum Sauerstoff oder Stickstoff mit „N", beziehungsweise „O", ebenso die Wasserstofflinien mit „H". Es ist leicht, mit Hilfe der Heliogravüre-Abbildungen (Tafel XLIII, Nr. 7 bis 10, ferner Tafel XLIV, Nr. 1 bis 3) sowie der Tabelle die Luftlinien zu identifizieren.

Da die stellenweise dichtgedrängten Luftlinien mitunter Metallinien verdecken, zuweilen (z. B. bei den Alkalimetallen) an der Luft störende Oxydationen eintreten, so erweist sich unter Umständen die Erzeugung von Funkenspektren in einer trockenen Wasserstoffatmosphäre als vorteilhafter, nur treten dann die wenigen Wasserstofflinien mit enorm starken Verbreiterungserscheinungen auf. Unser Atlas zeigt mehrere Beispiele dieser Art.

Luft.

Der in atmosphärischer Luft überspringende elektrische Funken gibt bei Anwendung eines kräftigen Induktoriums mit Leydenerflaschen das Linienspektrum des Stickstoffes und des Sauerstoffes, welches bei normalem Atmosphärendruck mehr oder weniger starke Verbreiterungserscheinungen der Linien aufweist, während bei vermindertem Druck die Linien scharf werden, siehe Tafel XLIII, Nr. 7 bis 10, ferner Tafel XLIV, Nr. 1 bis 3. Unsere Tabelle enthält die wichtigsten Linien des Luftspektrums, wobei die Stickstoff- und Sauerstofflinien besonders markiert sind.

Das langwellige Luftspektrum wurde von uns[1]), der brechbarere Teil von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) und die Linien im Ultraviolett von J. Schniederjost[2]) gemessen.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen der Wellenlängen rühren von diesen Messungen her.

λ		i	λ		i	λ		i	λ		i	λ		i
6610.44	N	9	6170.5	O	5	5931.81	N	4	5730.84	N	2	5676.17	N	3
6563.05	H		5952.62	N	2	5927.97	N	2	5710.81	N	3	5666.75	N	8
6482.29	N	10	5941.61 }	N	10	5767.66	N	1	5686.40	N	4	5645.87	N	1
6379.64	N	2	5940.34 }	N	2	5747.49	N	2	5679.66	N	10	5552.22	N	1

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 512 und 1077.

2) J. Schniederjost, Spektren von Wasserstoff, Helium, Luft, Stickstoff und Sauerstoff im Ultraviolett, Inaugural-Dissertation, Halle 1904.

λ		i	λ		i	λ		i	λ		i	λ		i
5543.69	N	1	4765.31	N	1	4332.10	N	1	4035.07	N	3	3023.62	N	2
5535.47	N	2	4751.40	O	2	4331.23	O	2	4025.77	N	1	3007.42	O	2
5530.33	N	1	4742.1	O	1	4328.70	O	2	4014.1	O	1	3006.99	N	3
5526.39	N	1	4735.93	N	1	4327.61	O	2	3995.26	N	30	2992.75	O	2
5495.93	N	2	4726.83	N	1	4325.85	O	1	3982.90	O	2	2983.66	O	4
5480.31	N	1	4718.34	N	1	4319.78	O	3	3973.44	O	8	2959.68	O	2
5478.31	N	1	4710.05	O	3	4317.27	O	3	3956.04	N	2	2885.49	N	3
5462.82	N	1	4705.52	O	4	4303.74	O	1	3954.55	O	3	2879.82	N	2
5454.38	N	1	4705.20	N	1	4282.43	O	1	3947.55	O	2	2878.88	O	2
5452.29	N	1	4699.27	O	5	4276.0	N	1	3945.25	O	2	2878.00	N	2
5411.71	N	1	4676.31	O	4	4266.45	N	4	3940.20	N	1	2823.66	N	2
5351.38	N	1	4675.14	N	1	4253.74	O	2	3919.24	N	4	2799.12	N	2
5341.40	N	1	4661.75	O	4	4241.94	N	5	3912.20	O	3	2733.18	O	4
5338.92	N	1	4654.75	N	1	4236.93	N	5	3909.29	N	1	2715.24	O	2
5320.75	N	1	4650.96	O	2	4228.56	N	2	3907.73	O	1	2710.05	N	4
5281.90	N	1	4649.28	N	3	4223.35	N	2	3893.43	N	1	2686.09	O	1
5206.72	O	1	4643.27	N	7	4222.5	N	1	3882.47	O	3	2673.38	N	2
5190.67	N	1	4641.92	O	4	4211.5	N	1	3864.74	O	1	2598.01	O	1
5185.24	N	1	4638.85	O	3	4206.80	N	2	3863.70	O	1	2591.07	N	2
5183.38	O	1	4630.71	N	15	4199.2	N	1	3861.83	N	1	2580.58	O	1
5179.60	N	2	4621.54	N	5	4196.20	N	1	3857.2	N	1	2575.13	O	2
5176.11	N	1	4614.06	N	4	4190.06	O	5	3851.50	O	4	2574.93	N	1
5173.63	N	1	4607.32	N	5	4185.72	O	6	3850.65	N	1	2571.40	O	1
5171.73	N	1	4601.65	N	5	4179.80	N	1	3848.18	O	1	2530.23	O	1
5160.24	O	1	4596.30	O	3	4176.16	N	1	3845.27	N	1	2530.15	N	1
5073.66	N	1	4591.08	O	3	4172.0	O	1	3843.12	N	1	2526.84	O	1
5062.03	N	1	4552.65	N	1	4169.49	O	2	3839.30	N	3	2522.33	N	2
5045.26	N	3	4544.88	N	1	4156.83	O	1	3830.82	N	2	2521.03	N	2
5025.83	N	1	4530.08	N	2	4153.56	O	4	3824.23	O	1	2520.31	N	2
5023.19	N	1	4514.95	N	1	4152.21	N	1	3804.23	O	1	2517.89	O	1
5016.54	N	2	4507.78	N	1	4146.03	N	3	3771.09	N	1	2516.13	N	2
5010.82	N	3	4477.95	N	1	4143.89	O	2	3760.00	O	1	2496.96	N	2
5007.65	N	5	4469.55	O	1	4142.36	O	1	3758.41	N	1	2496.45	O	1
5005.27	N	10	4468.06	O	2	4133.85	N	2	3754.82	O	1	2481.34	N	1
5001.67	N	10	4465.54	O	2	4133.02	O	3	3749.66	O	7	2478.70	O	1
4994.62	N	3	4460.25	N	1	4129.60	O	1	3729.41	N	1	2461.40	N	2
4991.66	N	1	4452.57	O	2	4124.27	O	2	3727.47	O	5	2455.00	O	1
4987.57	N	1	4447.23	N	10	4121.73	O	2	3712.95	O	3	2445.55	O	3
4964.94	N	1	4443.29	O	1	4120.62	O	3	3709.45	O	1	2444.23	O	2
4954.97	O	2	4434.4	N	1	4119.46	O	8	3594.60	N	1	2436.05	O	1
4943.24	O	3	4432.62	N	2	4116.65	N	1	3589.2	N	1	2433.60	O	2
4942.7	N	1	4430.30	N	1	4114.20	O	1	3560.43	O	1	2425.55	O	1
4941.17	N	1	4426.08	N	2	4112.26	O	2	3545.23	O	4	2418.59	O	2
4935.08	N	1	4417.14	O	5	4111.06	O	2	3471.08	O	1	2415.10	O	1
4924.84	O	3	4415.07	O	6	4105.15	O	4	3437.43	N	5	2411.60	O	1
4907.04	O	2	4401.33	N	1	4103.46	N	3	3408.29	N	2	2407.46	O	2
4895.42	N	1	4396.14	O	2	4097.43	N	5	3408.39	O	1	2406.37	O	2
4891.12	O	2	4392.5	N	1	4093.15	O	3	3390.43	O	3	2375.72	O	2
4879.82	N	1	4379.75	N	1	4089.23	O	2	3377.33	O	1	2365.15	O	2
4871.81	O	2	4371.7	N	1	4085.36	O	3	3374.2	N	1	2317.19	N	2
4860.32	N	1	4369.48	O	1	4081.70	N	1	3367.43	N	1	2316.63	N	2
4856.93	O	2	4367.04	O	3	4079.11	O	2	3366.0	N	1	2293.41	O	2
4810.42	N	1	4361.80	N	1	4076.08	O	10	3354.20	O	1	2291.99	N	1
4806.00	N	1	4351.54	O	3	4072.40	O	10	3331.89	N	3	2290.89	O	1
4803.53	N	4	4349.57	O	6	4070.04	O	10	3329.55	N	3	2287.89	N	1
4793.92	N	1	4348.14	N	2	4063.70	N	1	3320.80	O	1	2287.11	N	1
4788.39	N	3	4347.58	O	2	4056.5	N	1	3265.41	O	1	2248.86	N	1
4779.96	N	2	4345.71	O	3	4041.48	N	10	3139.45	O	1	2247.96	N	1
4774.33	N	1	4337.01	O	2									

Kohle an der Luft.

Als Lichtquelle wurde der zwischen Elektroden aus Gaskohle an der Luft überspringende Funken eines kräftigen Ruhmkorffschen Induktoriums, in dessen sekundären Stromkreis einige Leydenerflaschen eingeschaltet waren, benützt. Das Kohlefunkenspektrum ist auf Tafel XXXII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel L, Nr. 12, und Tafel LIII, Nr. 14 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Im Spektrum treten neben den wenigen Kohlenstofflinien und -banden das Cyanspektrum und das Luftspektrum (besonders das letztere) außerordentlich kräftig hervor. Die folgende Tabelle enthält die Kohlenstofflinien sowie jene Kanten der Cyanbanden, welche in diesen Abbildungen deutlich sichtbar sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6583	1	3921.38	3	2837.84 }	2	2509.16	2
6578	2	3883.55 [1]	30	2836.91 }	3	2478.64	15
4267.15	10	3590.48 [1]	6	2747.3	2	2296.94	4
4216.12 [1]	10	3585.95 [1]	8	2512.08	3	1930.63	2
						1930.12	8

Die beiden letzterwähnten C-Linien (vergl. Tafel LIII, Nr. 14) sind von uns im Quarzspektrographen stets als Hauptlinien im äußersten Ultraviolett beobachtet worden, falls der Flaschenfunken zwischen Kohleelektroden überschlägt, gleichgiltig, ob die Kohle rein oder mit Salzen imprägniert war. Die von uns entdeckten und beobachteten brechbarsten C-Linien sind so charakteristisch, daß sie zur Orientierung bei Herstellung von Funkenspektren irgendwelcher Art unter Anwendung von Kohleelektroden dienen können. Ob die hierbei auch auftretende schwache Linie 2148.67 dem Kohlenstoff angehört, erscheint uns ungewiß.

Das Funkenspektrum der Kohle an der Luft ist je nach der elektrischen Erregung und der Beschaffenheit der die Kohleelektroden umgebenden Gase oder Dämpfe sehr variabel[2]). Besonders wichtig sind die Formen des Funkenspektrums der Kohle an der Luft, in Wasserstoff und bei Gegenwart von Wasser. Zur Erzeugung des C-Funkenspektrums dienen Elektroden aus Graphit, Gaskohle oder durch Glühen leitend gemachter gereinigter Lindenkohle. An atmosphärischer Luft treten im C-Funkenspektrum (außer den sogenannten Luftlinien des N und O) die Cyanbanden stark auf, ähnlich wie beim elektrischen Lichtbogen zwischen Kohleelektroden bei Gegenwart von Stickstoff (siehe Tafel XIX, Nr. 12). Es sind dies insbesondere die Cyanbanden mit den Kanten 4216, 4197, 4181, 4168, 4158, 3884, 3872, 3862, 3855, 3591, 3586, 3584. Bei Abwesenheit von Stickstoff erscheinen diese Cyanbanden nicht; sie fehlen im C-Funkenspektrum, falls der Funke in Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffen etc. überschlägt.

Der Kohlefunken erzeugt in einem mit Luft gefüllten geschlossenen Raum allmählich durch Vereinigung des Stickstoffes und Sauerstoffes der Luft rote Dämpfe von Stickstofftetroxyd, zugleich erscheinen die brechbarsten charakteristischen Banden des ultravioletten Stickoxydemissionsspektrums, welche einer von uns zuerst im Emissionsspektrum der Ammoniak-Sauerstofflamme (siehe Seite 10) entdeckt hatte und deren Auftreten wir beim Überschlagen der Funken in geschlossenen Lufträumen zuerst beobachtet hatten. Wird der Induktionsfunken des Ruhmkorffschen Induktoriums ohne Leydenerflaschen erzeugt, so bildet sich das Stickoxydspektrum besonders leicht; desgleichen bei Gegenwart von Wasser (nasse Kohleelektroden) oder beim Befeuchten der Kohleelektroden mit wässeriger Salzsäure, Chloridlösung etc.

Die mit Wasser befeuchtete Kohle gibt außer den oben erwähnten Spektren noch die Wasserstofflinien, ferner das Bandenspektrum des Wasserdampfes entsprechend den H_2O-Banden der Oxyhydrogenflamme, welche letztere bei Verwendung von nassen Elektroden besonders im Induktionsfunken ohne Leydenerflaschen erscheinen. Auch in einer Kohlensäureatmosphäre gibt nasse Kohle ohne Einschaltung einer Leydenerflasche sehr deutlich die Wasserbanden, stärker als in einer Wasserstoffatmosphäre. So gibt mit Wasser benetzte Kohle in atmosphärischer Luft eine sehr komplizierte Spektralerscheinung. Es erscheint:

1. das Linien- und Bandenspektrum des elementaren Kohlenstoffes;
2. das Bandenspektrum des Cyans, welches im Kohle-Funkenspektrum bei Gegenwart von Stickstoff unter gewissen Umständen entsteht;
3. das Linienspektrum des Stickstoffes;
4. das Linienspektrum des Sauerstoffes;
5. die Hauptlinien des Wasserstoffes;
6. das Bandenspektrum des Wasserdampfes;
7. das Emissionsspektrum des Stickstoffoxydes.

Dazu kann noch kommen das Bandenspektrum des Stickstoffes (namentlich bei Funken ohne Leydenerflasche) und in der Aureole Andeutungen des Kohlenoxydspektrums. Diese verwickelten Verhältnisse haben wir (1893) zuerst gefunden und mit heliographischen Spektrumphotographien und Wellenlängenmessungen belegt.

Das Linienspektrum des elementaren Kohlenstoffes tritt besonders kräftig im Flaschenfunken auf; ohne Leydenerflaschen wird es lichtarm, die schwächeren Linien (namentlich die kurzwelligen) verschwinden gänzlich.

Das auf unseren Tafeln, z. B. Tafel XXXII, Nr. 1 und 2, abgebildete Funkenspektrum des Kohlenstoffes ist mit Gaskohle im kräftigen Flaschenfunken erzeugt worden. Im sichtbaren Teile sind die Kohlelinien (abgesehen von der Cyanbande) wenig charakteristisch[3]).

Man beachte das Auftreten von verschiedenen Verunreinigungen im Emissionsspektrum der bestgereinigten Kohle, insbesondere der ultravioletten Hauptlinien von Bor, Magnesium, Calcium, Silicium etc., welche auf unseren Tafeln markiert sind.

Lithium.

Das Funkenspektrum des Lithiums ist auf Tafel XXXII, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), auf Tafel XLIV, Nr. 4 und 5 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XLVIII, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung dieses Spektrums wurde der Funken zwischen Lithiumchlorid auf Kohlestäbchen aus Gasruß an der Luft, ferner zwischen metallischen Lithiumelektroden in einer Atmosphäre von Wasserstoff als Lichtquelle verwendet.

In dem Lithiumfunkenspektrum, wie es auf Tafel XXXII, Nr. 3, abgebildet ist, treten die Luftlinien fast ganz zurück und man sieht die drei Hauptlinien des Lithiums, 6708, 6104 und 4603, außerordentlich kräftig und stark ver-

[1]) Cyanbandenkante.

[2]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1893; siehe auch Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 58.

[3]) Wir führen als wahrscheinliche C-Linien außer den in der Tabelle angeführten noch folgende an: 5379.8, 5151.2, 5144.9, 5133.7, 4556.3.

breitert, die erstere sogar umgekehrt. In der Abbildung Nr. 4 sind nur wenige Lithiumlinien, welche mittels Kohleelektroden im Wasserstoff erhalten wurden, aber sehr scharf zu sehen. Dagegen ist dieses Spektrum so gut wie frei von Verunreinigungen, während das Spektrum auf Tafel XLVIII, Nr. 1, denselben Spektralbezirk, mittels des Quarzprismenspektrographen photographiert, darstellt und neben den Linien des Lithiums und der Kohle noch die Verunreinigung durch Calcium, Magnesium, Silicium, Bor und die Hauptlinie des Kupfers deutlich erkennen läßt. In den Abbildungen sind folgende Linien des Lithiums scharf zu sehen, deren Wellenlängen ab 4602.46 unseren [1]) Messungen entnommen wurden:

λ	i	λ	i	λ	i
6708.07	20	4273.52	3	3915	1
6103.81	15	4132.57	4	3232.80	6
4972.11	5	3921.8	1	2741.57	2
4602.46	15				

Natrium.

Das Funkenspektrum des Natriums ist auf den Tafeln XXXII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), XLIV, Nr. 6 (Glasprismenspektrum), und XLVIII, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Spektrum auf Tafel XXXII, Nr. 5, wurde mittels Natriumchlorid an der Luft, Nr. 6 mit metallischem Natrium in Wasserstoff erhalten. Es zeigt, da eine kurze Exposition angewendet wurde, nur die Hauptlinien des Natriums, wie dieselben mittels Natriumsalzen auf Kohle an der Luft als Lichtquelle erhalten werden. Auf Tafel XLIV, Nr. 6, und XLVIII, Nr. 2, wurden die Spektren mittels Natriummetall in Wasserstoff gewonnen. Das letztere Spektrum läßt im Ultraviolett, wo Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) bei Verwendung von Natriumchlorid nur acht Linien fanden, eine große Anzahl von Linien erkennen, und zwar sind dies jene Linien, welche wir seinerzeit gemessen haben [2]) und deren Zugehörigkeit zum Natrium angezweifelt, später aber von R. Schillinger [3]) bestätigt wurde. Ein ähnliches Spektrum liefern erwärmte, mit Natriummetall beschickte Vakuumröhren im Entladungsfunken.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6160.98	4	5149.16	2	4393.42	2	3212.55	5	3078.63	4	2975.32	3	2853.00	4
6154.58	2	4983.35	3	3711.30	2	3190.07	4	3074.75	3	2951.64	5	2842.10	4
5896.16 } [4])	50	4979.26	3	3631.46	4	3149.61	3	3056.46	5	2921.25	3	2809.87	3
5890.19 }	50	4668.97	3	3533.23	5	3135.78	3	3054.09	4	2917.87	4	2680.47	2
5688.27	6	4665.39	2	3303.16 }	6	3129.70	6	3037.41	3	2905.27	4	2672.04	2
5682.91	6	4546.51 }	2	3302.49 }	10	3093.03	8	2984.56	3	2901.50	2	2612.27	2
5153.72	2	4545.56 }		3285.90	5	3080.70	2	2980.04	3	2859.67	2	2493.45	2

Kalium.

Das Kalium gibt bei Verwendung von Salzen auf Kohleelektroden ein Spektrum, welches ziemlich arm an Linien ist. Dagegen treten, wenn man metallisches Kalium im Wasserstoffstrom als Elektroden verwendet, außer den Hauptlinien bei entsprechend langer Belichtung und großer Dampfdichte zahlreiche schwächere, aber gut definierte Linien auf, wie dies auf Tafel XLIV, Nr. 7 (Glasprismenspektrum), und Tafel XLVIII, Nr. 3 (Quarzsprismenspektrum), deutlich zu ersehen ist. Auf Tafel XXXII, Nr. 7, und 8 (Gitterspektrum), sind nur die Hauptlinien des Kaliumfunkenspektrums zu sehen, unter denen besonders die Linien 4047.35, 4044.31 charakteristisch sind. Tafel XLIV, Nr. 7, zeigt ein Spektrum, bei dessen Herstellung metallische Kaliumelektroden in einer Wasserstoffatmosphäre zur Verwendung gelangten, und sind infolge der hauptsächlich für den rotgelben, gelben und grünen Bezirk bestimmten Sensibilisierung der Platten die Linien 7699.41, 7665.56, 6938.89 und 6911.25 nicht zu konstatieren. Dagegen sieht man diese Linien auf Tafel IV, Nr. 3 (Flammenspektrum, Knallgasgebläse), sehr deutlich.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen wurden auf Grund unserer Messungen [5]) sowie derjenigen von R. Schillinger [6]) gegeben.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7699.41	5	5812.49	2	5339.98	2	4608.49	3	4309.24	4	4186.39	10	4047.35	10
7665.56	5	5801.98	4	5005.52	2	4505.56	3	4305.17	3	4149.39	4	4044.31	20
6938.89	6	5782.64	3	4943.20	2	4466.83	2	4263.48	6	4134.87	4	4042.81	2
6911.25	4	5359.89	2	4829.17	2	4388.30	3	4225.76	3	4115.11	3	4001.35	4
5832.23	4	5343.31	2	4659.76	2	4340.02	2	4223.15	4	4058.10	2	3995.23	3

[1]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1898; ferner: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 343.

[2]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1894; siehe auch: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 112.

[3]) R. Schillinger, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Abt. II a, Bd. CXVIII, 1909, S. 665.

[4]) Fraunhofersche Linien D_1, D_2 des Sonnenspektrums.

[5]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1894, S. 347.

[6]) R. Schillinger, l. c.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3972.76	3	3681.67	3	3385.38	4	3312.77	3	3209.45	4	3023.56	2	2379.6	2
3966.90	2	3618.58	3	3381.11	4	3291.07	3	3202.09	3	2992.47	4	2350.3	2
3955.42	3	3609.41	3	3373.98	3	3289.13	4	3190.55	2	2986.05	2	2274.2	2
3943.01	2	3530.98	3	3364.70	6	3278.84	3	3188.44	2	2938.55	2	2262.2	} 2
3898.01	6	3447.52	2	3363.39	8	3262.02	2	3129.52	2	2854.06	2	2261.8	}
3818.14	2	3446.53	3	3360.30	2	3241.14	2	3105.43	4	2819.24	3	2257.9	2
3800.75	2	3440.50	4	3358.47	2	3220.93	2	3062.56	5	2635.7	2	2248.2	2
3783.34	3	3433.75	2	3345.80	5	3218.87	} 2	3056.96	2	2549.6	2	2203.7	2
3767.52	3	3404.71	2	3322.46	4	3217.54	}	3052.17	3	2440.7	2		

Rubidium.

Das Funkenspektrum des Rubidiums ist auf Tafel XXXII, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), und auf Tafel XLIV, Nr. 8 (Glasprismenspektrum), abgebildet. Es wurde auf Gaskohle mittels Rubidiumchlorid hergestellt und zeigt als Verunreinigung die Hauptlinien von Lithium und Cäsium. Am stärksten treten die Linien 6298.7 im Rot, ferner die Linien 4571.75, 4244.50, 4215.73 und als stärkste Linie 4201.97 im Blau und Violett hervor. In der folgenden Tabelle sind jene Linien enthalten, welche in unseren Abbildungen des Rubidiumfunkenspektrums deutlich erkennbar sind. Die Zahlen von 6298.7 bis 5431.83 sind den Messungen von Kayser und Runge im Bogenspektrum[1]), jene ab 4648.75 den Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen. Die Intensitäten entsprechen unseren Aufnahmen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6298.7	8	5648.18	2	4294.08	8	4193.18	3	3940.62	8	3802.05	2	3393.7	3
6206.7	4	5431.83	1	4288.20	3	4132.70	6	3861.40	5	3796.99	3	2956.17	2
6159.8	3	4648.75	2	4273.26	6	4104.49	8	3851.9	3	3601.35	3	2631.85	3
6071.2	2	4571.75	10	4244.50	15	4084.05	2	3846.3	2	3522.2	3	2472.35	2
5724.41	3	4530.50	2	4215.73	10	3978.30	2	3828.1	2	3492.50	2	2364.4	2
5654.22	2	4378.1	2	4201.97	20								

Cäsium.

Das Funkenspektrum des Cäsiums ist auf Tafel XXXII, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), und auf Tafel XLIV, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), abgebildet. Als Lichtquelle diente der zwischen Kohleelektroden mit aufgeschmolzenem Cäsiumchlorid überschlagende Flaschenfunken. Das Spektrum auf Tafel XLIV läßt neben den Cäsiumlinien, von welchen 6723.6, 6213.4, 4604.0, 4555.48 und 4277.28 besonders kräftig hervortreten, die Hauptlinien des Lithiums, Natriums, Kaliums und Calciums erkennen.

Die Zahlen der folgenden Tabelle sind von 6973.9 bis 5845.1 nach Messungen von Kayser und Runge[2]) im Bogen, jene ab 4604.00 nach Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) gegeben und die Intensitäten den Abbildungen angepaßt worden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6973.9	2	4604.00	20+Li	4277.28	10	3661.52	3	3268.45	4	2846.1	2	2600.45	2
6723.6	5	4593.53	2	4265.7	5	3611.8	2	3152.58	2	2817.05	2	2597.02	2
6588.0	3	4555.48	15	4041.0	4	3608.41	2	3149.52	2	2811.00	2	2544.05	4
6359	3	4526.90	4	4006.7	2	3597.6	3	3066.8	2	2701.31	} 2	2425.28	2
6213.4	8	4501.80	3	3898.0	2	3559.9	2	2977.02	2	2700.7	}	2393.00	2
6010.6	4	4373.20	2	3861.6	2	3349.61	3	2931.15	4	2630.67	4	2332.54	2
5845.1	2	4364.5	2	3806.0	2	3315.7	2	2859.5	3	2610.24	} 2	2267.70	2
										2609.57	}		

Beryllium.

Das Funkenspektrum des Berylliums ist auf Tafel XXXIII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), abgebildet. Es wurde mittels chemisch reinem Berylliumoxyd auf Kohleelektroden hergestellt. Das Funkenspektrum des Berylliums zeigt in den langwelligen Bezirken keine Linien, weshalb in Abbildung Nr. 1, welche von einer Aufnahme mit kurzer Expositionszeit herrührt, nur die Linie 4572.88 und diese nur schwach zu konstatieren ist. Die Abbildung Nr. 2, welcher eine Aufnahme

[1]) Kayser und Runge, Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1888.

[2]) Siehe H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, V. Bd., 1910, S. 385.

mit ziemlich langer Belichtungszeit zugrunde liegt, läßt sämtliche Berylliumlinien kräftig hervortreten, insbesondere ist es die Doppellinie 3131.20 und 3130.56, welche als ein breiter schwarzer Streifen, der von einigen „Geistern“ (!) durchsetzt ist, erscheint.

Außer diesen Linien, die in der Tabelle nach Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) angeführt sind, finden wir noch die Luftlinien, Kohlenstofflinien, Cyanbanden, ferner die Hauptlinien des Calciums, Siliciums und Bors.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4572.88	3	3321.51 }	5	3131.20 }	15	2650.71	8	2348.72 }	4
		3321.23 }	5	3130.56 }	20	2494.75	7	2348.58 }	2

Magnesium.

Das Funkenspektrum des Magnesiums ist auf Tafel XXXIII, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), Tafel XLIV, Nr. 10 (Glasprismenspektrum), und Tafel XLVIII, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es wurde mittels des zwischen Metallelektroden überspringenden Flaschenfunkens erhalten. In der Abbildung Tafel XXXIII, Nr. 3 und 4, fällt vor allem die außerordentlich kräftige, beiderseitig stark verbreiterte Hauptlinie 4481.34 auf, welche Linie im Bogenspektrum nicht vorhanden ist. Charakteristisch sind ferner die Triplets bei 5183.79, 72.87, 67.94, 3838.42, 32.46, 29.47, 3336.89, 32.38, 30.15, 2936.81, 28.89, 15.58 und die Gruppe 2802.81, 2798.12, 95.63, 90.97. Bei 3854 finden sich Andeutungen einer Magnesiumoxydbande.

Das Funkenspektrum des Magnesiums wurde von einem von uns[1]) vollständig ab 5711 und von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) im brechbareren Teil gemessen. Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der kräftigeren Linien.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5711.5	2	4703.29	4	3890.33	2	3332.38	5	3074.11	2	2802.81	10	2781.52	4
5528.78	6	4481.34	20	3838.42	10	3330.15	3	2936.81	10	2798.12	5	2779.94	6
5183.79	10	4352.2	2	3832.46	9	3097.11	3	2928.89	10	2795.63	10	2778.38	3
5172.87	10	3895.82	3	3829.47	8	3093.17	3	2915.58	4	2790.97	10	2776.80	3
5167.49	8	3892.11	2	3336.89	7	3091.24	2	2852.29	8	2783.08	4		

Calcium.

Das Funkenspektrum des Calciums ist auf Tafel XXXIII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), Tafel XLIV, Nr. 11 (Glasprismenspektrum), Tafel XLVIII, Nr. 5, und Tafel LII, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Gitterspektrum und das Quarzprismenspektrum wurden mittels des zwischen Calciummetallelektroden überspringenden Flaschenfunkens, das Glasprismenspektrum mittels Calciumchlorid auf Kohleelektroden hergestellt. Von den Linien, welche im Funkenspektrum des Calciums besonders kräftig hervortreten, sind vor allem die beiden Linien 3968.63 und 3933.83 zu erwähnen (Fraunhofersche Linien *H* und *K* des Sonnenspektrums), welche bezüglich ihrer Intensität die im Bogenspektrum als stärkste auftretende Linie 4226.87 übertreffen. Das Calciumfunkenspektrum liefert gute Beispiele sowohl von beiderseitig gleichmäßigen, als von einseitig verlaufenden Verbreiterungserscheinungen. Denselben entsprechen bei der Umkehrung teils symmetrische, teils unsymmetrische, aber stets mit dem Schwerpunkte der nicht umgekehrten Linie koïnzidierende Umkehrungserscheinungen. Symmetrische Verbreiterungen zeigen z. B. die Calciumlinien 4454 und 4435, während die Linien 3737, 3706, 3179 und 3159 etc. einseitige Verbreiterungserscheinungen gegen Rot aufweisen, welche man allerdings nur bei großer Dispersion und reichlicher Belichtung deutlich wahrnehmen kann. Das Funkenspektrum des Calciums ist, ebenso wie jenes des Baryums, Strontiums und anderer Metalle, im äußeren Ultraviolett viel heller und linienreicher als die korrespondierenden Bogenspektren. Z. B. treten im Funkenspektrum des Calciums im ultravioletten Teile die Linien 3969, 3934, ferner 3181, 3179 und 3159 gegenüber den betreffenden Bogenlinien außerordentlich hervor. Die Linien 3737 und 3706 finden sich im Funken (Tafel XXXIII, Nr. 6), fehlen aber in der Abbildung des Bogenspektrums (Tafel X, Nr. 4). Die brechbarsten Linienpaare bis 2103 sind auf Tafel LII, Nr. 1, deutlich zu sehen.

Genauere Messungen der Linien des Calciumfunkenspektrums wurden im sichtbaren Bezirke von 6717·98 bis 4425·62 von uns[2]) durchgeführt. Die stärkst brechbaren Calciumfunkenlinien wurden von uns unter Benützung von Elektroden aus metallischem Calcium 1893 zuerst beobachtet und im Jahre 1898 von 5603 bis ins Ultraviolett genau gemessen[3]). Weiters liegen Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Die in nachstehender Tabelle enthaltenen Wellenlängen der stärkeren Calciumfunkenlinien sind diesen Abhandlungen entnommen.

[1]) J. M. Eder, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. LXXIV, 1903, S. 45.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, 1909, S. 516 und 1081.

[3]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Juli 1898; ferner Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I., S. 335.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6717.98	3	6169.30	3	5598.68	5	5188.98	5	4425.62	10	3933.80	30	3000.97	2
6572.95	2	6166.69	3	5594.63	6	5041.92	3	4355.47	3	3737.09	15	2999.74	2
6499.84	5	6163.94	2	5590.32	4	4878.36	4	4318.80	10	3706.19	15	2997.42	2
6494.00	6	6162.40	8	5588.95	8	4586.09	6	4307.86	6	3644.47	5	2995.08	2
6471.89	5	6161.52	2	5582.17	4	4581.62	5	4302.68	9	3630.81	4	2398.73	3
6462.75	8	6122.44	7	5513.12	3	4578.78	3	4299.13	7	3624.16	2	2373.24	2
6455.76	3	6102.97	5	5349.62	5	4527.18	3	4289.53	7	3181.41	8	2275.44	2
6450.05	5	6098.30	2	5270.46	6	4456.79	4	4283.13	8	3179.45	15	2208.95	2
6439.30	8	6006.21	2	5265.72	6	4456.11	10	4226.87	50	3159.01	15	2198.03	1
6261.50	2	5857.73	7	5264.40	3	4454.92	15	3973.91	2	3009.32	3	2113.01	2
6183.70	2	5603.01	5	5262.37	3	4435.84	10	3968.64	20	3006.98	4	2103.47	1
6169.81	5	5601.48	5	5261.86	3	4435.12	10	3957.23	3				

Strontium.

Das Funkenspektrum des Strontiums, aufgenommen mit dem Gitterspektrographen, ist auf Tafel XXXIII, Nr. 9 und 10, abgebildet. Der Abbildung auf Tafel XLIV, Nr. 12, ist eine Aufnahme mittels des Glasprismenspektrographen zugrunde gelegt, während die Abbildungen auf Tafel XLVIII, Nr. 6, und Tafel LII, Nr. 2, von Aufnahmen, welche mittels des Quarzprismenspektrographen angefertigt wurden, herrühren. Das Strontiumfunkenspektrum, wie es in diesen Abbildungen dargestellt ist, enthält viele kräftige Linien, von denen die Hauptlinien bei 4607.71, 4305.77, 4215.70, 4077.89 und 3464.7 besonders stark hervortreten. Die Linien der Tabelle im Ultraviolett ab 2932 sind in den Abbildungen auf Tafel XLVIII und LII deutlich zu sehen. Unterhalb der letzten dort verzeichneten Linien sind auf der Abbildung Tafel LII noch Linienpaare zu sehen, welche dem Calcium angehören, mit dem das verwendete Strontiumchlorid verunreinigt war. Außer den Linien läßt sich in den Abbildungen des Strontiumfunkenspektrums das Vorhandensein der auch im Flammen- und Bogenspektrum des Strontiums und seiner Verbindungen auftretenden Banden konstatieren (siehe Tafel XXXIII und XLIV).

Die in folgender Tabelle angeführten Wellenlängen entstammen von 6878.68 bis 4607.51 unseren eigenen Messungen[1]) und dort, wo unsere Messungen im Funken auslassen, den Messungen im Bogenspektrum (s. d.), von 4607.51 ab jenen von E x n e r und H a s c h e k [2]).

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6878.68	4	6386.72	5	5522.03	7	4968.12	4	4722.43	5	4030.60	3	3322.36	2
6791.34	4	6381.05	4	5504.46	7	4962.44	8	4678.4	2	3970.1	2[3])	3307.5	2
6643.89	4	6370.20	3	5486.36	4	4892.21	4	4607.51	30	3969.35		3301.86	2
6617.85	5	6364.19	2	5481.18	10	4876.33	6	4531.59	2	3941.0	2	2932.00	2
6550.53	6	6345.99	3	5451.07	4	4872.65	6	4438.21	4	3705.9	2	2471.75	3
6547.11	4	6228.97	2	5257.14	10	4868.91	6	4361.90	2	3475.10	5	2424.2	4
6504.30	7	6141.98	2	5238.74	7	4855.29	4	4338.05	3	3464.70	15	2423.75	
6466.03	3	5970.37	5	5229.53	5	4832.24	7	4305.77	20	3381.00	10	2322.53 [4])	5
6446.93	3	5543.48	3	5225.33	5	4812.03	7	4215.70	30	3366.44	2	2282.20	3
6408.74	8	5540.26	5	5222.42	5	4784.43	5	4162.05	10	3351.45	3	2166.10	6
6388.50	5	5535.02	6	5156.37	5	4742.06	5	4077.89	50	3330.19	4 v.	2153.00	6

Baryum.

Das Funkenspektrum des Baryums ist auf Tafel XXXIII, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), Tafel XLVIII, Nr. 7, und Tafel LII, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Diese Spektren wurden mit Hilfe von Baryumchlorid auf Kohleelektroden als Lichtquelle hergestellt.

Beim Baryumfunkenspektrum treten bei längerer Belichtung die Hauptlinien 6497.2, 6141.94, 4934.25, 4554.21, 4130.91 außerordentlich kräftig und verbreitert auf, wie dies auf Tafel XLV zu sehen ist. Wir haben daher bei der Aufnahme im Gitterspektrographen kürzere Expositionszeiten gewählt und sind aus diesem Grunde die Linien im Ultraviolett auf Tafel XXXIII, Nr. 8, nicht zu sehen. Dieselben sind auf Tafel XLVIII, Nr. 7, und Tafel LII, Nr. 3, abgebildet, welche Abbildungen Funkenspektren des Baryums, bei langer Expositionszeit im Quarzapparat erhalten, darstellen, bei denen die charakteristischen Hauptlinien im Ultraviolett, wie 2634.96, 2335.39 und 2304.33, sehr kräftig hervortreten.

Die Abbildung des Baryumfunkenspektrums auf Tafel LII stellt den äußersten ultravioletten Teil dieses Spektrums dar, welchen an der Luft photographisch zu fixieren noch möglich ist. Wie man aus dieser Abbildung ersieht, treten außerhalb der letzten auf der Tafel markierten Linie 2246 noch mehrere Linien kürzerer Wellenlänge auf, welche auf der Tafel kaum

[1]) E d e r und V a l e n t a, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 521 und 1091.

[2]) Wellenlängentabellen, 1902.

[3]) Schwache Linien fallen mit einer starken Calciumlinie zusammen.

[4]) Von da ab vergleiche Tafel LII.

sichtbar, aber am Originalnegative noch deutlich erkennbar sind. Wir haben deren Wellenlängen in unsere Tabelle aufgenommen. Die in der folgenden Tabelle angegebenen Wellenlängen wurden von 6694.16 bis 4523.31 eigenen[1]) Messungen, von da ab jenen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6694.16	3	6019.80	3	5424.84	4	4402.80	3	3630.83	2	2746.2	2	2335.39	15
6675.59	3	5997.42	4	4934.25	15	4350.70	2	3579.94	3	2682.10	2	2331.30	2
6595.60	5	5971.99	4	4900.11	8	4283.39	5	3577.77	2	2647.42	3	2304.33	10
6527.61	5	5907.78	2	4726.61	3	4166.29	8	3545.0	2	2641.55	2	2280.91	2
6499.04 }	6	5853.77	10	4691.78	3	4130.91	20	3525.3	2	2634.96	10	2254.89	3
6497.20 }	20	5826.54	4	4579.88	4	4079.56	3	3501.26	5	2559.71	2	2245.76	2
6483.21	4	5805.93	2	4574.19	3	3995.85	2	3368.32	3	2528.60	8	2232	
6451.15	3	5800.45	3	4554.21	50	3993.69	6	3119.26	2	2524.0	2	2214	
6341.95	3	5777.89	7	4525.30	15	3936.00	5	3079.20	2	2510.3	2	2201	
6141.94	20	5680.35	2	4523.45	2	3910.15	4	3071.75	4	2418.20	2	2154	
6111.05	5	5535.84	10	4506.14	3	3892.42	20	2771.60	6	2347.70	8	2148	
6063.42	4	5519.38	5	4432.11	3	3889.52	2						

Yttrium.

Das Funkenspektrum des Yttriums ist auf Tafel XXXIII, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrograph), ferner auf Tafel XLV, Nr. 2 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XLVIII, Nr. 12 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Bei diesem Spektrum treten neben zahlreichen charakteristischen und kräftigen Linien die beiden Banden im Rot, deren Hauptkanten bei 6132 und 5972 liegen, in der Abbildung des Gitterspektrums, bei deren Herstellung Yttriumoxyd auf Kohle benützt wurde, außerordentlich kräftig hervor, während diese Banden in der Abbildung des Glasprismenspektrums (Tafel XLV, Nr. 2), bei deren Herstellung Yttriumsulfat auf Kohle verwendet wurde, nur schwach sichtbar sind. Das Yttriumfunkenspektrum besitzt im Ultraviolett einige kräftige Linien, welche in der Abbildung des Gitterspektrums nicht vorhanden sind, dafür aber im Quarzprismenspektrum als Hauptlinien hervortreten. Es sind dies die Linien 2460.73, 2422.32, 2414.78, 2414.07 und 2367.30.

Vom langwelligen Yttriumfunkenspektrum liegen bis jetzt keine Messungen vor. Wir haben deshalb in folgender Tabelle die Wellenlängen nach eigenen Messungen und solchen von H. Kayser im Bogenspektrum angegeben. Ab 4682.51 wurden die Funkenzahlen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) benützt.

λ	i	λ		λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6795.67	1	5606.55	2	5123.38	4	4487.62	} 2	4077.54	6	3496.25	5	2826.50	3
6708.06	1	5582.10	5	5119.28	3	4487.46	}	4047.81	2	3448.98	3	2817.14[2])	15
6701.10	1	5577.62	3	5087.60	7	4477.59	} 2	3982.75	8	3362.20	3	2800.30	4
6687.83	2	5556.66	2	4982.30	3	4477.10	}	3951.76	7	3331.55	} 2	2785.8	} 6
6650.87	2	5546.23	4	4922.06	2	4465.50	2	3950.51	2	3331.25	}	2785.32	}
6613.97	5	5544.82	4	4906.28	2	4446.85	3	3930.84	2	3328.11	10	2776.88	2
6538.82	3	5527.77	5	4900.30	7	4422.80	6	3878.47	2	3320.1	2	2750.60	} 5
6435.23	8	5521.85	4	4883.88	7	4398.21	8	3833.10	7	3308.65	2	2750.25	}
6402.23	2	5510.12	6	4860.03	2	4375.11	20	3818.49	4	3281.14	2	2735.05	4
6222.79	3	5503.67	3	4855.07	6	4358.91	6	3788.88	8	3261.75	2	2712.45	2
6191.93	5	5497.64	6	4852.86	2	4309.81	8	3776.73	4	3242.49	8	2670.4	2
6134.24	4	5480.95	4	4845.86	3	4302.45	2	3774.51	15	3216.87	6	2465.98	3
6097.00	3	5473.60	4	4840.05	3	4236.10	} 6	3747.70	5	3203.51	6	2460.73	6
6089.60	2	5466.67	5	4823.50	4	4235.89	}	3710.41	20	3200.44	6	2422.32	6
6088.19	1	5438.45	3	4819.86	2	4204.84	4	3664.76	6	3195.80	6	2414.78	} 10
6073.03	2	5424.59	2	4799.49	2	4199.46	2	3633.28	7	3173.40	4	2414.07	}
5781.90	3	5403.00	6	4786.75	4	4177.68	10	3628.89	5	3130.20	} 4	2412.45	2
5744.05	2	5380.85	2	4761.17	3	4174.27	3	3621.12	3	3129.05	}	2398.28	3
5729.09	4	5290.00	3	4682.50	4	4167.65	4	3611.19	9	3087.13	3	2367.30	10
5706.93	3	5240.96	2	4675.01	5	4143.01	5	3602.12 }	8	3055.5	2	2341.0	2
5663.15	10	5205.89	7	4643.88	5	4128.49	5	3600.90 }	10	2946.15	6	2327.42	5
5648.68	2	5200.58	7	4527.98	} 6	4125.10	3	3593.11	3	2930.25	2	2284.60	3
5644.90	2	5196.59	3	4527.43	}	4102.60	6	3584.71	8	2856.47	2	2243.12	3
5630.35	4	5135.36	2	4506.12	3	4083.89	2	3549.21	8	2854.61	3	2191.35	2

Samarium.

Das Funkenspektrum des Samariums ist auf Tafel XXXIV, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), abgebildet; es wurde mittels Samariumchlorid von Auer von Welsbach zwischen Kohleelektroden hergestellt.

Das Funkenspektrum des Samariums ist im Grün bis Ultraviolett sehr linienreich, im Rot, Gelb und Gelbgrün sind nur einige Linien in der Abbildung besonders auffallend. Bei längerer Expositionszeit wachsen aber noch ziemlich

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 513 und 1079.

[2]) Von hier ab nach Tafel XLVIII.

viele Linien zu und die Hauptlinien treten entsprechend kräftig hervor, worauf bei der Bezeichnung der Intensitäten Rücksicht genommen wurde.

Das Funkenspektrum des Samariums läßt außer einigen Andeutungen von Bandenfragmenten im Rot keine Banden erkennen.

Von den in der Tabelle angeführten Linien im Ultraviolett sind die brechbarsten Linien in der Abbildung nicht zu sehen, wohl aber auf dem Negativ, nach welchem diese Druckplatte hergestellt wurde, weshalb wir diese Linien, obwohl sie in der Abbildung nicht zu sehen sind, in die Tabelle aufgenommen haben.

Messungen des Funkenspektrums im weniger brechbaren Teile liegen nicht vor, weshalb wir die in der Tabelle angeführten Zahlen von 6741 bis 5466 unseren Messungen im Bogen [1]) und von da ab jenen von Rütten und Morsch [2]) und Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen haben.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6741.72	2	5660.10	2	4704.59	3	4409.50	3	4183.95	3	3922.55	5	3609.62	6
6735.02	} 3	5601.03	2	4677.10	4	4403.55	} 3	4181.31	3	3903.60	3	3604.42	5
6734.30		5550.59	2	4674.80	5	4403.25	3	4169.63	4	3897.15	3	3592.76	6
6732.08 [3]	3	5516.32	3	4669.83 }	4	4391.05	10	4155.38	3	3890.26 }	2	3568.42	5
6693.74	2	5493.94	3	4669.56	4	4378.40	4	4153.50	3	3889.35	2	3559.25	2
6679.46	2	5466.92	3	von 4647.94	} [5]	4375.17	3	4152.39	4	3885.43	4	3418.63	4
6632.50	3	5453.23	5	bis 4644.39		4373.64 } [4]	3	4150.00	3	3854.32	3	3408.80	4
6604.81	3	5368.54	2	4642.46	4	4368.20	3	4129.37	5	3839.11	3	3402.61	4
6602.05	2	5320.75	2	4615.88 }	4	4362.21	5	4124.11	3	3831.66	3	3384.81	3
6589.95	4	5283.06	3	4615.60	3	4360.88	3	4122.66	3	3826.39	3	3382.55	4
6585.46	2	5271.56	4	4595.48	5	4352.29	} 4	4121.53	3	3797.90	3	3369.57	3
6569.56	10	5252.08	3	4593.73	4	4350.68	4	4118.70	5	3794.16	3	3366.03	4
6543.06	4	5200.76	4	4592.00	3	4347.98	6	4114.06	3	3788.27	3	3340.73	3
6509.61	2	5175.61	3	4585.00	5	4346.03	3	4110.36	} 4	3781.06 }	2	3321.34	} 4
6498.89	4	5155.22	3	4577.85	5	4334.31	5	4109.56		3780.90	2	3320.29	
6491.14	3	5116.88	4	4566.39	5	4329.19	6	4107.52	4	3778.30	3	3312.55	2
6487.88	2	5104.66	3	4560.60	3	4323.48	4	4092.41	5	3759.13	4	3310.77	3
6484.76	2	5103.28	3	4554.61	3	4319.70 }	2	4082.78	3	3757.68	3	3307.16 }	3
6472.62	4	5100.48	2	4552.80	4	4319.12	6	4076.00 }	5+O	3756.66	2	3306.51	3
6470.70	2	5071.38	2	4544.10	5	4309.18	5	4076.75		3756.55	2	3301.80	2
6455.92	3	5069.64	3	4542.20	3	4296.94	3	4068.48	3	3745.76	3	3298.20	2
6426.85	4	5052.93	3	4538.10	4	4292.37	3	4066.89	3	3744.00	3	3286.34	2
6417.79	3	5028.61	2	4524.09	5	4286.79	3	4064.73 }	4	3741.45	3	3273.63 }	3
6391.05	} 4	4962.09	2	4523.21	4	4285.64	3	4064.47	1	3739.30	5	3272.95	2
6390.13		4948.78	3	4519.78	5	4281.13	} 3	4063.70	4	3736.11	3	3269.52	2
6368.55	2	4913.43	3	4515.26	3	4280.94	4	4045.15	3	3731.45	4	3254.54 }	4
6357.50	3	4910.58	3	4512.00	5	4280.10	2	4043.09	3	3728.60	4	3253.53	2
6353.73	3	4884.15	} 5	4499.63	4	4279.82	4	4035.27	3	3722.01	3	3247.30	2
6340.27	3	4883.94		4478.81	5	4265.22	3	4023.41	3	3719.04	3	3241.25	2
6327.73	4	4848.49	5	4473.20	4	4262.86	4	3993.46	3	3708.80	} 4	3239.74	2
6322.87	2	4844.39	5	4472.59	3	4256.60	6	3990.15	3	3708.55		3236.73	2
6307.36	2	4841.89	5	4467.49	8	4244.90	3	3983.30	3	3707.15	} 4	3233.77	2
6293.22	2	4829.76	2	4458.70	5	4237.86 }	3	3979.33	3	3706.90		3230.65	2
6267.55	3	4816.21	} 5	4456.27	1	4236.91	5	3976.97	} 5	3694.14	3	3218.70	2
6256.95	3	4816.01		4454.81	5	4234.75	3	3976.56		3670.99	5	3216.94	2
6247.06	2	4791.79	3	4452.90	5	4229.91	5	3976.41		3661.51	4	3211.87	2
6110.94	2	4786.07	3	4444.40	4	4225.53	5	3971.55 }	3	3649.62	3	3187.29	3
5965.91	3	4778.05	3	4434.50 }	8	4220.84	6	3970.70	3	3645.46	4	3184.00	3
5830.67	3	4760.48	5	4434.03	6	4210.52	3	3963.19	3	3639.51	} 2	3152.62	3
5787.24	3	4745.86	5	4424.52	10	4206.80 }	3	3948.25	3	3638.87		2888.87	2
5759.69	2	4728.59	4	4421.30 }	5	4206.31	4	3946.65	3	3634.41	5	2878.55	2
5743.27	2	von 4720.02	} [4]	4420.70	5	4203.20	5	3942.05	3	3631.30	4	2772.90	2
5696.98	2	bis 4713.25		4417.70	3	4188.30	3	3928.44	3	3627.13	3	2727.85	2
										3621.36	3	2466.93	2

Lanthan.

Das Funkenspektrum des Lanthans, welches auf Tafel XXXIV, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), auf Tafel XLV, Nr. 3 (Glasprismenspektrum), ferner auf Tafel XLVIII, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet ist, wurde mittels Lanthannitrat, beziehungsweise mit Lanthanammoniumnitrat von Auer von Welsbach zwischen Kohleelektroden unter Benützung eines Flaschenfunkens hergestellt. Das Spektrum läßt nur Linien erkennen; dieselben sind sehr zahlreich und es treten einzelne Linien charakteristisch hervor. In den Abbildungen des Gitterspektrums im weniger brechbaren Teile lassen sich die meisten der im Bogen enthaltenen Linien konstatieren. Ein Teil der Linien (von

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 26.

[2]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1905, S. 190.

[3]) Diese Linien sind in der Abbildung nicht erkenntlich, aber auf dem Negative deutlich zu sehen.

[4]) Mehrere Linien fallen in der Abbildung zu einem einzigen breiten Streifen zusammen.

[5]) Erscheinen als verbreiterte Linie.

6774.54 bis 5863.89) wurde von uns im Funken gemessen[1]); die in der Tafel von da ab bis 5455.35 enthaltenen Linien für die Zahlen der folgenden Tabelle sind unseren Messungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren[2]) entnommen, die Linien für die Zahlen von da ab bis 4691.34 entstammen den Messungen im Bogen von E. Wolff[3]) und jene im Ultraviolett den Messungen von Exner und Haschek im Funken (Wellenlängentabellen, 1902). Die Intensitäten der Linien im weniger brechbaren Teile sind dem Negative der Abbildung Tafel XXXIV, Nr. 3, angepaßt, jene im Grün, Blau und Ultraviolett den Abbildungen des Glas-, beziehungsweise Quarzprismenspektrums in den Tafeln, da die Abbildung des brechbareren Teiles im Gitterspektrum nach einem kurz exponierten Negativ hergestellt wurde und daher insbesondere viele Linien im Ultraviolett, welche im Quarzprismenspektrum außerordentlich kräftig zu sehen sind, dort nur schwach erscheinen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7066.50	2	5789.41	4	5253.62	2	4740.43	10	4287.09	8	3871.89	10	3193.09	4
6958.41	2	5769.53	5	5234.45	2	4728.56	5	4275.80	4	3855.10	3	3171.79	15
6774.52	3	5769.27	5	5212.04	2	4720.08	4	4269.65	7	3849.20	5	3142.99	2
6709.77	3	5762.03	2	5204.32	2	4717.74	3	4263.73	4	3840.92	4	3104.76	3
6671.69	2	5744.58	2	5188.37	4	4716.59	2	4250.17	2	3835.29	3	2950.70	4
6643.03	2	5740.84	2	5183.58	10	4713.08	2	4238.57	8	3794.99	10	2893.20	5
6578.73	5	5714.19	1	5177.47	3	4703.45	4	4231.10	3	3791.02	10	2885.25	5
6543.40	3	5712.64	3	5163.79	2	4692.68	4	4217.70	3	3780.85	3	2880.85	5
6527.20	6	5703.50	2	5158.86	3 v.	4691.34	3	4204.23	2	3780.70		2856.00	3
6498.37	3	5696.38	2	5145.59	2	4672.01	3	4196.74	7	3759.33	10	2808.46	6
6456.21	4	5671.78	3	5123.16	6	4669.10	3	4192.50	4	3725.24	3	2798.65	3
6454.73	2	5648.46	2	5114.73	6	4663.97	4	4152.97	4	3715.67	4	2791.60	3
6446.85	3	5631.45	3	5106.41	2	4662.72	3	4152.17	8	3715.03	3	2780.3	4
6411.20	4	5588.55	2	5002.28	2	4655.71	6	4141.90	3	3713.71	5	2695.59	4
6399.25	3	5568.66	2	4999.64	6	4620.06	5	4123.39	10	3706.02	4	2685.1	3
6394.45	6	5565.92	2	4991.44	2	4613.57	4	4099.71	6	3662.24	2	2682.5	2
6390.78	7	5565.64		4986.99	4	4580.28	3	4086.90	8	3650.31	4	2673.03	2
6326.20	2	5535.91	4	4970.55	4	4575.08	4	4077.51	10	3645.57	6	2651.78	10
6320.64	5	5501.56	4	4935.00	4	4559.51	2	4067.52	5	3641.8	2	2610.46	8
6311.15	2	5493.68	2	4921.95	8	4558.66	4	4050.25	8	3637.35	3	2596.20	3
6296.33	5	5482.50	3	4921.13	8	4526.30	4	4043.18	10	3629.00	3	2560.50	3
6262.50	6	5464.60	3	4900.09	10	4525.45	3	4031.86	10	3517.26	20	2519.31	4
6250.17	6	5455.35	4	4861.06	6	4522.61	8	4026.03	3	3453.32	6	2487.65	3
6129.80	3	5382.10	3	4850.98	3	4430.11	8	4023.72	3	3452.35		2476.80	8
6126.29	3	5381.19	4	4850.74		4427.73	5	3995.91	5	3381.10	8	2472.0	3
6100.65	2	5377.29	3	4840.18	3	4385.37	2	3988.66	15	3376.45	5	2379.49	10
5973.69	3	5340.88	3	4839.69		4383.62	3	3949.22	20	3344.71	7	2328.87	2
5880.80	3	5303.73	5	4824.22	6	4378.24	3	3936.40	2	3337.67	7	2319.55	2
5863.91	3	5302.81	4	4809.18	5	4354.54	6	3929.40	8	3303.26	5	2317.95	2
5808.55	2	5302.16	6	4804.22	2+N	4335.15	5	3921.71	6	3265.79	6	2297.90	6
5805.95	5	5291.01	3	4767.09	2	4333.97	10	3916.21	6	3249.49	4	2256.90	2
5797.79	5	5271.36	2	4748.90	10	4322.69	5	3886.51	6	3245.28	5	2216.20	2
5791.52	4	5259.55	2	4743.26	10	4296.21	6						

Titan.

Das Funkenspektrum des Titans, wie es auf Tafel XXXIV, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 4 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel L, Nr. 5, und Tafel LII, Nr. 13 (Quarzprismenspektrum), erscheint, wurde mittels Titanmetall mit Flaschenfunken als Lichtquelle erhalten. Das verwendete Metall (von Moissan in Paris) war sehr rein und das Spektrum deshalb fast frei von fremden Linien. Das Titanfunkenspektrum ist sehr linienreich und insbesondere treten im Ultraviolett zwischen 3400 und 3000 eine große Anzahl charakteristischer und kräftiger Linien hervor, welche sich zur Identifizierung des Titans, wenn es als Verunreinigung anderer Spektren auftritt, sehr gut eignen. Die Zahlen der folgenden Tabelle von 6743 bis 4645 sind unseren Wellenlängenmessungen[4]), jene von da ab den Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6743.30	2	6606.23	2	6312.53	2	6221.65	2	6085.47	2	5866.70	4	5739.73	3
6717.96	3	6556.37	2	6304.09	2	6220.86	2	5978.76	3	5804.45	3	5712.07	5
6716.92		6554.54	2	6261.35	4	6215.49	3	5966.08	3	5786.20	3	5689.71	2
6680.49	2	6546.50	2	6258.97	5	6126.47	2	5953.39	4	5766.54	2	5675.61	3
6666.95	2	6513.46	2	6258.36	5	6091.44	2	5899.53	3	5762.52	2	5662.35	4

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 519.

2) Ibid. Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 39 und 547.

3) E. Wolff, Das Lanthanspektrum, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1905, S. 395.

4) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1094.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5648.84	2	4820.57	3	4417.95	6	3981.96	2	3380.45	8	3143.87	4	2764.92	3
5644.38	4	4805.53	8	4417.42	2	3964.42	3	3377.69	3	3130.92	4	2761.40	3
5565.69	3	4803.31	5	4416.69	2	3963.02	3	3372.92	15	3128.05	3	2751.80	7
5514.56	4	4799.94	3	4411.27	4	3958.39	4	3366.36	3	3119.93	4	2746.80	5
5514.75	4	4798.63	2	4404.52	2	3956.50	3	3361.40	15	3117.80	4	2742.40	3
5512.75	6	4798.10	2	4400.01	6	3948.80	4	3354.80	3	3112.22	3	2731.05	3
5504.13	2	4796.35	2	4395.20	15	3947.91	3	3349.52	10	3106.35	3	2725.89	3
5490.39	2	4792.65	3	4387.08	5	3932.26	3	3349.14	8	3105.22	3	2717.39	3
5477.97	3	4781.88	4+N	4374.99	3	3924.72	3	3346.92	5	3103.93	5	2702.70	3
5419.00	3	4778.42	2	4367.89	6	3913.72	15	3343.91	5	3097.29	5	2698.62	4
5381.20	3	4764.07	3	4344.45	2	3904.98	4	3342.00	10	3089.52	3	2646.18	5
5336.97	5	4759.10	10	4341.58	3	3900.81	15	3340.55	6	3088.17	10	2644.32	3
5297.42	2	4758.30	10	4338.11	8	3883.05	3	3337.98	3	3078.7	6	2642.25	3
5296.03	2	4742.92	4	4330.91	2	3882.43	4	3335.39	8	3075.3	4	2638.80	3
5268.62	2	4723.29	2	4330.41	2	3814.72	3	3332.29	6	3073.1	3	2635.70	3
5266.10	2	4722.74	2	4325.31	3	3813.55	3	3329.67	6	3072.21	3	2600.02	3
5262.67	2	4707.04	4	4321.87	3	3786.17	3	3326.99	5	3071.38	3	2592.72	3
5226.66	10	4698.92	6	4321.14	3	3776.21	3	3323.13	10	3066.40	3	2581.82	4
5224.74	2	4691.49	4	4318.80	3	3771.80	2	3321.88	5	3058.23	6	2580.52	4
5224.45	3	4682.06	6	4315.20	5	3762.10	3	3318.20	4	3056.87	3	2576.52	4
5210.49	10	4667.70	6	4314.95	3	3761.47	8	3315.48	4	3046.87	3	2571.16	3
5193.11	6	4657.26	3	4313.12	6	3759.46	15	3309.00	5	3045.22	3	2567.62	7
5188.86	10	4656.58	5	4308.08	6	3757.85	5	3287.80	10	3038.83	3	2565.51	8
5185.98	6	4650.18	5	4306.11	6	3753.78	2	3282.49	5	3029.90	5	2563.51	10
5173.93	10	4645.26	3	4302.10	5	3753.01	3	3279.10	5	3024.00	3	2556.08	4
5154.21	3	4623.31	3	4301.24	3	3748.22	4	3278.43	5	3022.95	3	2540.11	8
5145.64	3	4617.48	4	4300.70	2	3741.88	10	3276.90	3	3017.37	6	2535.99	5
5129.32	8	4590.18	3	4300.27	6	3729.98	4	3272.22	4	2984.88	8	2534.72	5
5120.59	3	4572.27	15	4299.80	2	3725.31	2	3271.80	4	2979.30	4	2531.39	6
5072.39	3	4564.00	10	4299.37	3	3724.71	2	3263.89	3	2977.90	3	2529.89	3
5064.84	5	4555.69	3	4298.83	4	3721.80	4	3261.73	10	2959.1	5	2527.93	10
5064.27	5	4552.67	4	4295.92	4	3706.40	5	3254.41	5	2954.88	9	2525.71	8
5040.78	5	4549.90	15	4294.28	7	3685.37	20	3253.10	6	2945.58	5	2524.79	3
5040.14	6	4548.93	3	4290.46	8	3679.87	3	3252.07	5	2942.13	4	2517.52	2
5038.59	6	4544.86	3	4289.24	4	3671.86	2	3248.79	10	2938.80	5	2516.10	15
5036.65	5	4536.25	4	4288.02	2	3662.40	7	3242.19	6	2936.28	5	2478.73	3
5029.42	2	4535.80	3	4287.56	4	3659.99	7	3239.86	5	2931.38	5	2450.59	4
5025.05	3	4535.01	4	4286.19	4	3658.27	3	3239.19	4	2926.86	3	2440.29	3
5023.05	4	4534.20	6	4285.12	3	3653.71	4	3236.71	6	2915.00	3	2414.05	10
5020.20	4	4533.50	5	4282.84	3	3642.86	3	3236.28	3	2913.45	3	2375.10	5
5016.35	4	4529.69	3	4281.51	2	3641.55	8	3234.72	10	2906.8	4	2350.75	2
5014.38	10	4527.50	4	4274.75	4	3635.65	3	3232.50	5	2891.25	3	2350.05	
5007.42	10	4523.01	4	4263.30	4	3625.08	6	3231.52	3	2888.73	3	2346.86	4
4999.68 [1]	10	4518.24	4	4186.32	3	3596.21	6	3229.65	3	2884.29	8	2342.39	2
4991.25	10	4512.93	3	4173.71	3	3587.28	3	3229.37	3	2877.55	5	2341.31	2
4981.94	10	4501.50	10	4172.12	10	3573.92	3	3228.80	3	2870.15	4	2339.09	3
4938.46	2	4496.33	3	4163.90	10	3566.17	3	3224.41	8	2868.82	4	2334.62	3
4928.45	2	4489.22	3	4151.16	3	3535.62	10	3222.99	8	2862.52	3	2334.41	
4921.86	2	4488.49	6	4127.73	3	3520.44	7	3218.42	8	2856.35	4	2331.75	3
4919.98	3	4482.85	3	4082.62	3	3510.99	15	3217.12	8	2854.09	3	2269.21	3
4915.35	2	4481.46	3	4078.67	4	3505.10	15	3214.89	3	2851.28	3	2261.30	3
4913.77	4	4468.71	10	4065.27	3	3491.30	4	3202.68	8	2846.20	3	2253.33	2
4911.33	8	4465.99	3	4060.43	3	3483.95	3	3200.07	3	2839.91	3	2250.16	2
4900.07	4	4457.62	4	4055.18	3	3477.36	8	3191.00	10	2836.75	3	2231.02	2
4885.23	4	4455.51	4	4054.02	3	3465.72	3	3186.57	3	2834.25	3	2227.21	2
4881.05	2	4453.90	3	4028.50	4	3461.71	8	3174.94	3	2832.32	4	2190.20 [2]	1
4874.07	6	4453.51	3	4025.30	3	3456.51	7	3168.70	10	2828.27	10	2187.57	1
4870.27	4	4451.15	3	4024.74	3	3452.62	5	3165.02	3	2827.33	2	2178.1	2
4868.42	3	4450.63	4	4012.56	4	3444.50	10	3162.76	6	2818.09	7	2162.80	1
4865.77	2	4449.36	5	4009.11	3	3409.99	3	3161.99	4	2810.51	7	2159.63	3
4864.35	2	4444.00	10	3998.86	6	3402.62	4	3155.81	4	2805.11	6	2159.20	
4856.16	5	4434.17	3	3989.95	6	3394.78	10	3154.31	4	2800.76	4	2155.68	1
4848.59	2	3407.37	3	3982.66	3	3388.00	10	3152.42	5	2788.10	3	2154.80	1
4840.99	5	4427.27	4	3982.16	2	3383.87	10	3148.14	4	2786.09	3		

[1]) Die Linien zwischen 5007 und 5000 fallen in der Abbildung mit Stickstofflinien zu einem breiten, nur durch einen schmalen weißen Streifen getrennten Bündel zusammen.

[2]) Von dieser Linie ab sind die in der Tabelle verzeichneten Linien nur mehr in der Abbildung auf Tafel LII zu sehen, welche Abbildung außer diesen Linien noch eine Anzahl brechbarerer, bisher nicht gemessener Linien erkennen läßt.

Cer.

Das Funkenspektrum des Cers ist auf Tafel XXXIV, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), Tafel XLV, Nr. 6 (Glasprismenspektrum), und Tafel XLVIII, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es wurde mittels Ceriumsulfat, beziehungsweise Ceriammoniumnitrat auf Elektroden aus reiner Gasrußkohle mittels eines kräftigen Flaschenfunkens als Lichtquelle erhalten. Genaue Messungen der Linien im Cer-Funkenspektrum liegen nur im blauen und ultravioletten Teile (ab 4628) vor[1]). Die auf den Tafeln ausmarkierten und in der Tabelle angeführten Linien von 6704.58 bis 4882.60[2]) sind unseren Messungen im Bogenspektrum des Cers entnommen.

Das Funkenspektrum des Cers ab 4800 bis ins äußerste Ultraviolett ist außerordentlich reich an Linien, von denen nur wenige besonders hervortreten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6704.58	2	5473.62	5	4527.52	4	4165.75	10	3999.40	5	3787.33	3	3219.11	3
6652.91	2	5468.51	5	4523.25	5	4152.19	10	3993.99 [5])	3	3786.81		3201.90	3
6629.15	2	5460.21	2	4487.04	4	4150.09	10	3993.05	2	3782.70	2	3147.15	2
6606.58 [3])	2	5409·40	5	4484.04	3	4146.40	3	3992.52	2	3781.80		3144.06	2
6555.91	2	5393.52	6	4479.51	4	4145.19	4	3983.44	2	3770.93	2	3141.36	2
6537.70	2	5352.39	6	4471.40	6	4144.66	3	3983.06	2	3764.32	2	3121.68	2
6513.85	3	5330.65	3	4461.30	2	4142.59	5	3981.05	2	3763.14	2	3110.65	2
6473.90	2	5274.34	6	4460.38	7	4137.78	6	3978.80	2	3755.86	2	3085.19	2
6467.64	2	5265.77	2	4450.92	3	4133.98	5	3977.92		3755.57		3063.14	3
6467.12		5232.97	2	4449.50	4	4131.26	2	3970.19	2	3748.23	3	3057.71	2
6458.26	2	5191.75	3	4444.90	2	4130.84	2	3967.33	3	3728.61	3	3057.32	2
6424.65	2	5187.62	6	4444.53	2	4127.51 [4])	4	3967.09		3728.30 [6])	1	3056.66	2
6393.28	3	5117.26	5	4429.42	3	4124.92	3	3956.44	3	3728.17	2	3055.71	2
6373.17	3	5079.81	6	4418.97	3	4124.01	4	3953.81	6	3718.56	2	3031.71 [7])	2
6344.17	3	5075.50	4	4410.84	3	4123.65	2	3942.90	5	3718.35	2	2977.02	3
6321.52	2	5044.20	3	4399.36	3	4120.00	6	3942.35	4	3716.53	3	2931.67	2
6299.72	2	5023.04	2	4391.81	6	4118.30	5	3940.49	2	3710.13	3	2849.45	2
6272.24	4	5911.92	2	4386.97	5	4115.52	3	von 3932.31	2	3709.48	3	2768.48	2
6232.67	1	4994.85	3	4382.34	5	4107.60	4	bis 3931.21		3668.15	3	2749.02	2
6229.19	1	4971.72	3	4376.09	3	4107.03		3923.25	2	3660.82		2743.84	2
6143.61	2	4944.80	2	4373.97	3	4101.92	3	3921.90	2	3660.30	3	2730.16	2
6098.53	2	4882.60	4	4364.80	4	4083.40	4	3919.94	2	3660.13		2673.00	2
6043.59	4	4850.09	3	4352.88	3	4081.40	3	3918.40	3	3659.40		2662.95	2
6024.38	1	4848.07	3	4349.96	5	4078.72		3917.75		3656.00	3	2651.12	3
5995.53	2	4774.12	4	4339.46	3	4078.45	2	3912.60	3	3653.83	3	2649.49	2
5976.05	4	4768.96	2	4337.94	4	4077.60		3908.65 [6])	3	3653.27		2635.3	2
5923.15	1	4764.07	2	4306.92	3	4076.41		3907.55	2	3648.13	2	2603.72	4
5920.56	1	4758.02	3	4300.50	3	4076.01	2	3907.45		3647.13	2	2578.40	2
5862.68	2	4747.32	2	4296.88	7	4075.85		3896.98	2	3623.96	3	2548.88	3
5838.28	3	4739.68	3	4290.11	4	4073.95	2	3890.20	3	3609.84	2	2532.11	2
5835.97	2	4737.42	4	4270.90	2	4073.61	3	3883.68	3	3577.61	3	2497.62	2
5832.03	2	4725.25	3	4270.37		4073.10	2	3883.50	5	3560.99	4	2483.95	2
5813.04	3	4714.20	4	4255.94	3	4071.95	3	3882.60	3	3555.15	2	2470.05	3
5788.31	3	4684.78	6	4248.81	4	4070.30	3	3882.07	2	3539.23	2	2454.46	2
5773.34	3	4680.31	5	4246.09	4	4069.01	3	3881.83	2	3534.21	3	2439.40	2
5769.19	3	4669.68	4	4242.90	3	4067.45	2	3880.55	2	3517.52	2	2431.60	3
5718.75	4	4654.46	4	4240.09	4	4063.15	2	3858.07	2	3485.21	2	2380.29	3
5699.43	3	4647.55	3	4231.94	3	4062.41	3	3857.83	2	3477.01	2	2377.61	2
5697.16	3	4644.37	3	4227.93	3	4055.13	3	3857.40	2	3471.05	3	2377.25	2
5696.04		4628.32	5	4222.80	4	4053.70	3	3857.15	2	3459.52	2	2372.46	3
5693.15	2	4625.06	3	4203.10	3	4052.20	2	3854.48	2	3454.52	2	2350.24	2
5686.01	3	4606.56	2	4198.85	5	4046.51	3	3854.35		3443.76	2	2318.77	2
5655.34	2	4594.12	5	4194.02	2	4045.40	3	3838.71	2	3427.45	2	2317.46	2
5637.53	3	4582.69	3	4193.45	3	4042.73	5	3831.21 [6])	2	3422.85	2	2287.91	2
5610.53	4	4572.46	6	4193.21	3	4040.91	6	3824.02	2	3377.31	2	2265.00	2
5601.44	3	4566.02	5	4186.71	8	4031.48	4	3808.25	2	3353.41	2	2242.40	2
5582.80	2	4562.53	5	4181.25	2	4028.55	4	3807.85	2	3344.91	3	2227.96	2
5565.17	3	4561.16	3	4176.83	2	4024.67	3	3801.71	5	3275.01	2	2225.20	1
5557.13	3	4560.46	2	4170.00	3	4015.05	2	3795.44	2	3272.42	4	2222.14	1
5556.55		4539.90	5	4167.96	3	4012.58	7	3792.50	2	3251.2	2	2180.74	1
5535.42	2	4528.63	4	4167.03	5	4003.95	5	3788.93	3	3221.35	3		
5512.27	6												

[1]) Exner und Haschek, Wellenlängentabellen, 1902; ferner siehe F. L. Cooper, Astrophysic. Journal, 1909, Bd. XXIX, S. 352.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 531.

[3]) In der Abbildung auf Tafel XXXIV nicht zu sehen, wohl aber am Negative.

[4]) Fällt mit vielen anderen schwachen Linien zusammen.

[5]) Fällt in der Abbildung Tafel XXXIV, Nr. 8, noch mit einigen anderen schwachen Linien und mit der N-Linie 3995.26 zusammen.

[6]) Fällt mit einigen schwachen Linien in der Abbildung zusammen.

[7]) Von da ab siehe Tafel XLVIII, Nr. 9.

Zirkon.

Das Funkenspektrum des Zirkons wurde mit Hilfe von Zirkonnitrat zwischen Kohle als Lichtquelle erhalten und ist auf Tafel XXXIV, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 5 (Glasprismenspektrum), und Tafel L, Nr. 7 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das sehr linienreiche Spektrum wurde ab 4645 bis 2139 von Exner und Haschek genau gemessen [1]; ferner hat C. Lohse [2]) genaue Messungen dieses Teiles bis 3439 angestellt. Im sichtbaren Teile liegen keine genauen Messungen vor. Wir haben daher in der folgenden Tabelle im weniger brechbaren Teile nur jene Linien angeführt, welche sich auch im Bogen finden, und die Zahlen unseren Messungen [3]), ferner der Publikation von Rowland und Harrison [4]) entnommen.

Die Linien sind meistens auch im Bogen vorhanden, nur sind die Intensitäten verschieden; außer dem Linienspektrum sind die auch im Bogen (siehe S. 32) vorfindlichen Banden, welche wahrscheinlich dem Zirkonoxyd angehören, zu sehen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7103.19	1	6063.00	3	5078.32	4	4348.15	4	4061.70	3	3822.60	3	3578.40	3
7098.05	2	6049.45	3	5065.13	6	4341.40	3	4055.90	3	3817.80	4	3577.10	10
7087.61	1	6046.04	3	5046.74	3	4339.80	2	4055.20	3	3800.91	3	3572.70	10
6994.68	1	6032.76	3	4934.24	2	4337.90	2	4054.60	2	3796.71	4	3568.32	3
6991.16	1	6028.80	3	4815.79	} 8	4333.59	5	4050.52	6	3792.55	} 2	3566.30	2
6966.76	1	6001.30	2	4815.13	}	4325.87	} 2	4048.90	8	3791.60	}	3565.61	3
6954.16	2	5984.46	4	4806.05	5	4325.62	}	4045.90	6	3782.99	} 3	3556.89	10
6888.59	2	5955.50	4	4788.85	5	4324.24	2	4044.80	2	3782.45	}	3554.31	3
6847.26 } [5]	2	5935.38	4	4785.09	5	4323.81	2	4043.77	2	3780.78	2	3552.20	6
6769.40	3	5925.36	4	4772.49	10	4317.57	4	4040.49	2	3772.29	3	3549.90	2
6762.60	3	5885.74	3	4762.95	4	4309.20	3	4036.10	3	3768.05	2	3549.73	3
6753.00	2	5879.92	8	4739.65	10	4302.10	3	4034.30	2	3766.99	6	3547.90	3
6729.70	2	5869.63	4	4732.51	4	4297.00	4	4030.26	3	3764.60	3	3542.87	10
6688.44	2	5797.91	7	4719.29	3	4293.41	3	4029.88	4	3757.99	3	3537.11	4
6678.19	2	5735.91	5	4717.80	3	4286.78	3	4029.17	2	3751.85	10	3533.35	2
6603.47	4	5718.40[6]		4710.25	10	4282.53	6	4027.40	3	3746.18	8	3531.00	4
6592.24	3	5681.13	5+N	4687.98	10	4273.80	3	4025.16	3	3738.32	3	3527.58	4
6569.67	2	5664.72	7+N	4683.60	4	4258.31	6	4024.70	2	3731.50	8	3526.00	5
6550.75	4	5623.74	2	4661.96	6	4241.98	} 3	4024.20	2	3729.98	2	3521.01	3
6508.29[6]		5620.35	5	4634.20	5	4241.50	}	4018.60	2	3727.90	3	3519.72	3
6506.61	4	5545.52	3	4629.33	4	4240.59	3	4012.48	3	3719.02	2	3514.79	3
6505.70	2	5537.63	} 3	4626.62	3	4239.58	4	4007.80	2	3714.99	3	3510.61	3
6503.56	4	5536.95	}	4614.20	3	4236.81	3	3999.18	10	3709.51	8	3509.48	2
6489.93	7	5528.59	4	4602.80	3	4236.23	2	3991.31	10	3698.41	10	3505.88	6
6473.90[6]		5502.31	4	4602.20	2	4231.88	4	3984.90	3	3697.70	3	3505.67	6
6470.49	6	5480.98	2	4590.73	} 2	4227.98	3+Ca	3981.79	3	3679.10	4	3500.33	2
6446.03	6	5478.59	3	4590.35	}	4214.58	3	3977.60	3	3674.98	7	3499.78	3
6378.65[6]		5475.21	2	4575.78	3	4212.17	5	3975.47	3	3671.49	5	3498.00	4
6346.74	3	5448.69	3	4574.78	4	4210.87	3	3973.68	3	3668.69	4	3496.40	10
6345.38	8	5440.56	3	4555.74	} 2	4209.21	10	3968.39	3	3663.81	3	3485.48	3
6321.60	3	5437.91	2	4555.30	}	4201.69	3	3966.80	3	3662.32	4	3483.70	6
6313.28	10	5407.74	4	4554.29	7	4191.75	3	3958.39	10	3661.49	} 2	3481.36	10
6299.94	5	5405.28	3	4542.49	3	4187.80	3	3936.28	2	3661.40	}	3480.59	3
6293.05	3	5386.81	} 10	4536.00	4	4186.89	4	3934.99	} 4+Ca	3661.10	}	3479.58	8
6267.31	3	5385.32	}	4507.39	4	4183.51	3	3934.39	}	3655.72	3	3479.19	3
6261.09[6]		5362.69	4	4497.27	10	4180.08	5	3929.71	3	3651.65	2	3471.31	4
6257.73	4	5351.03	} 10	4494.78	10	4168.90	3	3921.99	3	3650.90	3	3470.10	2
6229.64[6]		5350.50	}	4470.80	3	4161.48	8	3916.16	6	3636.69	4	3463.23	10
6214.87	4	5311.48	3	4470.52	2	4156.49	8	3914.59	3	3633.70	5	3459.10	5
6213.21	3	5302.10	2	4461.50	5	4151.23	5	3900.71	2	3630.30	4	3457.75	6
6193.13	2	5296.91	3	4457.71	5	4149.43	15	3891.61	3	3624.10	4	3454.71	3
6157.93	3	5280.14	3	4455.08	6	4121.68	2	3890.58	4	3615.09	10	3447.45	} 2
6143.44	8	5277.49	3	4443.31	10	4110.29	3	3885.61	3	3613.30	4	3446.71	}
6140.72	2	5225.05	3	4440.80	5	4096.80	3	3882.20	3	3612.13	8	3443.69	4
6134.76	8	5209.39	2	4414.80	3	4090.70	4	3879.21	3	3607.60	5	3438.39	15
6127.68	9	5191.68	10	4403.67	4	4085.89	3	3877.78	3	3601.40	3	3437.30	4
6125.09	2	5158.14	4	4395.42	2	4081.48	5	3864.57	} 3	3600.11	5	3434.08	3
6122.16	4	5155.58	4	4395.14	2	4078.49	3	3864.12	}	3588.96	2	3432.59	} 3
6121.04	2	5133.48	2	4380.12	10	4077.27	3	3849.48	3	3588.51	2	3431.71	}
6114.98	3	5115.32	2	4371.27	8	4072.90	4	3847.22	3	3588.15	3	3430.73	8
6106.65	3	5112.32	7	4366.69	3	4071.30	3	3843.30	5	3586.42	3	3424.97	3
6100.33	2	5085.35	2	4360.05	10	4064.38	4	3836.98	10	3582.20	3	3419.22	3

1) Wellenlängentabellen, 1902.

2) Publikationen des Astrophys. Observatoriums zu Potsdam, Nr. 41, 1902.

3) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 36 und 610.

4) Astrophysic. Journal, Bd. VII, S. 379.

5) Die Linien von 7103 bis 6603 sind am Negative deutlich zu sehen und wurden deren Intensitäten darnach bestimmt, auf Tafel XXXIV fehlen sie jedoch in der Abbildung.

6) Kanten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3414.87	5	3354.59	3	3250.62	4	3055.00	6	2825.65	3	2698.43	3	2532.60	3
3413.55	3	3345.00	4	3241.26	6	3036.57	7	2818.81	4	2694.16	2	2496.61	2
3410.44	7	3340.74	5	3231.89	5	3028.18	4	2811.01	3	2693.62	2	2487.40	2
3408.23	4	3338.61	4	3229.00	4	2981.18	2	2806.80	3	2690.63	4	2457.54	4
3405.03	5	3334.81	4	3222.61	3	2979.35	2	2797.02	3	2686.42	4	2449.91	3
3403.89	3	3334.49		3214.35	4	2978.21		2787.1	3	2682.31	3	2448.92	4
3403.10		3327.05	5	3192.11	4	2976.76*	3	2774.28	3	2678.78	5	2444.69	3
3399.95	2	3323.21	4	3183.08	5	2969.77	3	2768.88	3	2667.89	3	2420.76	4
3399.51	3	3319.19	3	3182.15	3	2969.10		2758.91	4	2664.40	4	2419.51	1
3396.71	2	3318.70		3181.79	3	2955.92	4	2752.32	4	2656.58	4	2406.30	3
3396.51		3314.70	4	3178.30	4	2949.12	3	2745.90	4	2650.45	2	2405.91	
3392.20	15	3313.89	3	3166.79	3	2927.15	4	2742.66	4	2643.90	5	2389.63	2
3388.49	5	3306.48	8	3166.48	4	2918.39	3	2735.91	3	2630.99	3	2389.43	
3388.07		3305.33	4	3166.17	3	2916.12	3	2734.99	5	2628.32	3	2387.26	2
3378.47	2	3302.89	3	3165.68	3	2905.32	2	2732.80	3	2620.66	8	2373.04	2
3377.61	2	3296.59	3	3164.54	3	2903.75	2	2726.61	4	2593.78	5	2357.50	3
3376.42	2	3288.99	4	3155.90	3	2884.2	3	2722.71	5	2589.13	2	2351.77	2
3374.84	4	3286.01	4	3138.88	4	2869.94	3	2720.14	3	2583.49	2	2330.44	2
3373.61	3	3284.89	4	3133.70	4	2869.26	2	2715.85	3	2571.50	6	2324.89	2
3368.01	3	3283.09	3	3129.96	4	2852.11[1]	4	2714.32	3	2568.99	5	2317.33	2
3364.00	2	3279.45	8	3129.38		2848.28	3	2712.50	3	2567.73	4	2295.59	1
3362.87	2	3279.03	3	3126.10	4	2844.72	4	2711.60	3	2567.18	2	2294.18	1
3360.18	4	3273.22	10	3106.79	5	2843.64	2	2709.13	3	2550.86	3	2291.25	1
3357.42	4	3272.39	4	3099.42	4	2836.28	2	2700.29	4	2542.21	3	2163.81	1
3356.28	4	3271.30	3	3095.29	4	2834.01	2						

Thorium.

Das Funkenspektrum des Thoriums ist auf Tafel XXXIV, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), Tafel XLV, Nr. 7 (Glasprismenspektrum) und auf Tafel XLVIII, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung dieser Spektren wurde chemisch reines Thoriumnitrat von Auer von Welsbach zwischen Kohleelektroden im Flaschenfunken verdampft. Man erhält dabei ein außerordentlich linienreiches Spektrum, in welchem sich auch Kanten einzelner Thoriumoxydbanden konstatieren lassen. Die Abbildung Nr. 11 auf Tafel XXXIV läßt die Hauptlinien des Thoriums im sichtbaren Teil gut erkennen, während die im blauen und ultravioletten Teile vorfindlichen äußerst zahlreichen Linien aus Abbildung Nr. 12 derselben Tafel zu ersehen sind. Im äußersten Ultraviolett ab 2800 sind die Linien des Thoriums in Abbildung Nr. 10, Tafel XLVIII, welche Aufnahme mit längerer Expositionszeit wegen dieser Linien hergestellt wurde, sehr scharf und deutlich zu sehen. Die Intensitäten der in der folgenden Tabelle verzeichneten stärkeren Linien sind diesen beiden Tafeln entnommen und auf die stärkste Linie des ganzen Spektrums, welche wir hier mit i = 10 bezeichnet haben, bezogen. Die zahllosen sehr schwachen Linien wurden in die Tabelle nicht aufgenommen. Da in dem Teile vom äußersten Rot bis ins Gelbgrün keine genauen Messungen der Funkenlinien als solche zur Zeit vorliegen, haben wir die Zahlen bis 5461.78 unseren Messungen im Bogen entnommen[2]) und sind daher in diesem Teile der Tabelle nur Linien angeführt, welche sich auch im Bogen finden, nur mit anderen Helligkeiten. Die Zahlen ab 4740.70 sind den Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6662.46	2	6416.31	3	6087.49	4	5760.77	3	5564.48	3	5375.92	2	5044.97	4
6649.14	1	6406.14[3])		6073.31	2	5749.58	3	5540.11	4	5375.50	2	5028.79	3
6644.84	2	6358.84	4	6066.74	2	5742.27	2	5539.52	3	5325.29	3	5017.45	5
6620.22	3	6343.09	2	6044.63	3	5741.39	2	5537.37	2	5310.40	2	4987.39	4
6605.71	2	6285.52	2	6015.63	2	5733.20	4	5524.46	2	5307.61	2	4954.90	2
6577.90	4	6279.37	3	5989.24	8	5707.29	6	5494.69	2	5277.63	4	4919.96	8
6560.29	3	6274.35	5	5914.79	3	5706.17		5462.79	3	5247.85	4	4878.12	2
6531.54	3	6261.58	2	5914.54	4	5701.19	6	5461.95		5233.41	3	4877.19	2
6512.51	3	6261.25	2	5870.71	3	5646.09	3	5449.67	2	5216.78	2	4865.63	2
6503.79	3	6194.05	2	5859.80	3	5639.96	5	5436.07	3	5205.98	2	4863.33	6
6462.86	5	6120.77	4	5839.13	2	5604.74	3	5425.90	4	5198.98	2	4858.43	3
6457.46	3	6113.05	4	5815.63	4	5587.96	2	5415.69	4	5148.30	3	4840.58	3
6439.36	2	6104.80	2	5796.61	2	5587.20	3	5392.74	3	5143.36	2	4832.94	4
6425.04	3	6099.24	2	5796.21		5568.28	2	5390.62	3	5049.97	6	4822.16	3

[1]) Fällt mit noch einigen schwächeren Linien zu einer starken zusammen.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 584.

[3]) Kante.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4821.01	3	4180.15	3	3785.80	3	3575.43	4	3325.27	5	3035.21	2	2695.31	2
4818.81	3	4179.86	2	3783.95	2	3572.52	4	3321.57	3	3034.17	3	2694.10	4
4804.17	6	4178.20	5	3783.48	3	3560.08	2	3320.97	2	3026.68	3	2692.50	3
4803.66		4171.52	3	3783.27	3	3559.55	4	3320.42	2	von 3008.61	3)	2687.22	4
4787.48	4	4168.81	3	3774.40		3539.75	3	3313.87	4 v.	bis 3007.03		2686.27	3
4774.44	3	4163.84	3	3773.94	4	3539.47	2	3310.35	3	3002.51	2	2684.43	3
4761.26	4	4162.87		3773.23		3538.90	6	3300.63	4	3001.37	2	2650.71	2
4752.58	4	4156.69	3	3768.05	3	3537.30	2	3292.62	3	2999.23	3	2641.62	2
4740.70	3	4150.17	3	3763.04	4	3529.06	5	3291.88		2993.91	4	2625.86	2
4740.00	2	4148.35	3	3752.73	5	3522.09	3	3290.73	8	2988.33	4	2623.57	2
4723.93	2	4142.87		3747.73	3	3511.82	6	3286.71	3	2983.97	3	2619.02	2
4723.60	2	4142.63	2	3746.15	3	3507.72	5	3284.23	2	2981.59	3	2609.97	2
4706.41	2	4141.82		3741.40	6	3493.69	4	3280.52	2	2978.80	4	2609.31	
4705.92	3	4140.42	4	3730.96	3	3490.62	3	3262.79	3	2975.06	2	2600.72	4
4694.25	3	4132.95	3	3726.89	3	3486.67	4	3256.38	3	2974.15	2	2597.41	2
4651.76	5	4116.91	6	3722.35	3	3483.36		3245.91	3	2968.81	3	2597.16	2
4631.94	3	4108.61	4	3722.01		3482.96	3	3238.23	4	2958.20	2	2589.17	2
4619.67	3	4104.60	3	3720.52	3	3482.70		3235.95	3	2958.04	2	2571.72	4
4609.53	2	4094.99	4	3720.18		3478.60		3232.21	2	2957.70	2	2567.92	3
4606.69	3	4086.71	4	3712.71	2	3478.28	2	3229.10	3	2942.97	4	2566.70	2
4597.75	2	4085.22	6	3711.50		3477.84		3225.51	3	2936.54	3	2565.70	3
4589.31	3	4069.40	7	3706.91	3	3470.08	5	3221.40	10	2932.59	3	2564.50	5
4563.48	6	4041.36	3	3704.16	4	3468.36	3	3216.71	5	2928.77	2	2555.31	4
4555.82	3	4036.71	3	3696.15	2	3465.88	4	von 3199.09	5[2])	2928.30	2	2554.80	
4544.70	2	4025.78	3	3694.08	3	3463.86	3	bis 3197.73		2925.14	4	2549.66	4
4540.60	3	4019.30	10	3688.93	2	3463.00		3190.25	3	2917.90	3	2549.21	3
4533.50	4	4007.18	3	3682.06	3	3445.87	3	3188.38	5	2910.71	2	2545.20	4
4510.73	5	4006.51	2	3681.38		3439.83	3	3185.05	3	2910.31	2	2536.65	3
4488.83	3	4005.69	3	3679.89	3	3439.07	2	3180.35	4	2899.81	2	2530.06	3
4487.67	3	4003.49	3	3678.19		3436.80	2	3179.18	3	2899.03	5	2514.40	4
4486.80	2	4003.21	2	3675.72	4	3436.05	3	3175.84	3	2896.81	2	2512.81	8
4465.52	5	3998.01	2	3673.97	3	3434.86	2	3154.89	3	2891.87	2	2501.21	5
4461.91	2	3996.20	3	3673.45	2	3434.09	4	3154.40	2	2891.35		2497.69	3
4461.28		3994.70	2+N	3670.21	2	3431.95	2	3148.11	2	2887.90	3	2497.35	
4439.26	3	3981.28	3	3663.88	3	3419.29	3	3146.15	4	2885.15	3	2475.41	4
4433.12	3	3980.90	2	3659.66	4	3418.99	2	3142.41	3	2884.38		2474.09	5
4412.98	4	3976.56	3	3658.20	3	3418.89	3	3141.95	2	2870.51	5	2463.80	6
4391.30	10	3956.75	3	3652.31	3	3409.37	2	3141.03	2	2861.48	4	2441.38	8
4382.10	10	3951.66	2	3649.37	3	3408.76	2	3139.38	4	2851.35	3	2431.82	6
4374.96	2	3950.53		3647.80	2	3402.81	4	3125.60	3	2842.90	3	2428.06	8
4374.08		3949.06	3	3647.45		3392.20	5	3125.27	2	2837.40	5	2424.69	3
4344.50	2	3931.35		3639.55	3	3389.77	3	3124.47	3	2832.48	5	2423.79	3
4344.16		3930.43	4	3635.53	3	3386.64	3	3123.05	3	2809.08	2	2413.58	5
4337.55	3	3929.74		3635.40	2	3385.66	3	3119.60	5	2807.40	2	2391.62	3
4335.89	3	3927.54	3	3625.74	3	3383.27	3	3112.46	2	2794.39	2	2371.50	4
4320.77	2	3927.24		3625.05	3	3378.70	3	3108.37	4	2787.25	2	2363.19	4
4320.31		3905.29	3	3621.25	4	3377.57	5	3105.83	3	2787.02		2340.72	3
4310.19	4	3900.99	3	3620.52	3	3374.73	3	3098.04	4	2784.48	2	2335.59	3
4295.25	3	3884.96	2	3617.22	5	3371.96	3	3088.54	3	2771.63	3	2324.83	3
4285.15	3	3872.87	2+Cy	3615.26	3	3367.93	3	3084.40	3	2770.95		2319.60	4
4283.70	2	3859.98	3	3614.16		3361.82	3	3080.31	3	2768.97	3	2301.30	3
4282.20 [1])	4	3854.61	3	3610.94	2	3358.74	3	3078.99	5	2765.97	3	2291.76	2
4281.63	2	3842.10	3	3610.55	2	3355.69	2	3072.22	2	2752.30	3	2287.70	2
4281.23	2	3839.90	3	3610.20	2	3355.38	2	3070.95	3	2747.29	4	2281.69	2
4277.49	4	3822.33	3	3609.60	4	3354.74	2	3067.81	3	2732.88	2	2257.7	2
4273.54	5	3821.57		3603.32	4	3354.35	3	3063.15	3	2729.40	3	2249.6	2
4250.50	3	3813.21	4	3601.20	4	3351.38	4	3061.79	3	2721.81	3	2221.19	2
4248.10	3	3808.04	3	3591.16	3	3346.68	3	3060.27	3	2708.36	3	2206.75	1
4209.01	5	3795.53	2	3580.36	3	3338.00	3	3049.16	4	2704.05	3	2199.88	2
4196.02	2	3789.29	3	3579.45	2	3334.72	4	3047.06	2	2695.65	2	2192.45	1
4195.75													

Germanium.

Das Funkenspektrum des Germaniums ist auf Tafel XXXV, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), abgebildet. Zur Herstellung der photographischen Aufnahme stand uns metallisches Germanium von Auer von Welsbach, ferner ein Germaniumoxyd von Professor Skraup in Wien zur Verfügung. Die mit diesen Präparaten erhaltenen, unter Benützung des Flaschenfunkens hergestellten Aufnahmen ließen die von Kobb[4]) gemessenen Linien 6020 und 5892 auf der Platte

[1]) Fünf schwache Linien fallen zu einer einzigen starken zusammen.
[2]) Erscheint in der Abbildung als breiter Streifen.
[3]) Erscheinen in der Abbildung als starke Linie.
[4]) Wied. Ann., Bd. XXIX, 1886, S. 670.

deutlich erkennen. Da die Aufnahme im sichtbaren Teil, welche mit metallischem Germanium hergestellt worden ist, infolge der kleinen Menge des vorhandenen Materials eine zu kurze Belichtung erhalten hatte, sind diese Linien in der Abbildung nur schwach zu sehen. Im blauen, violetten und ultravioletten Bezirke, welcher auf der Tafel XXXV, Nr. 2, abgebildet ist, sind die meisten starken Linien, welche Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) führen, deutlich und kräftig zu sehen. Jene Linien in der nachfolgenden Tabelle, welche ohne Intensität angeführt sind, wurden von Kobb gemessen, sind aber bei unseren Aufnahmen nicht erhalten worden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6336		4686.09	5	3124.98	4	2709.69	7	2533.34	2
6020	1	4291.72	2	3039.20	10	2691.50	6	2498.08	4
5892	2	4260.97	5	2845.5	3	2651.69 }	5	2417.43	3
5177.5		4226.76	10+Ca	2831.9	2	2651.29 }	5	2379.22	2
5134		4179.20	3	2754.68	8	2592.65	5	2328.01	2
5131		3269.70	8	2740.53	3	2589.31	3	2314.25	2
4744.00	1								

Scandium.

Das Funkenspektrum des Scandiums ist auf Tafel XXXV, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), abgebildet und wurde unter Benützung eines chemisch reinen Präparates von Auer von Welsbach (Scandiumoxydhydrat), welches im Flaschenfunken verdampft wurde, erhalten. Das ziemlich linienreiche Spektrum ist durch einige sehr kräftig und scharf hervortretende Linien im Gelbgrün (z. B. die Liniengruppen 5724 bis 5641, 5527 bis 5514), im Grün (z. B. die Liniengruppe bei 5392 bis 5211), im Blaugrün (die Gruppe 5087 bis 5080), im Blau (zwischen 4432 und 4295) und im Ultraviolett insbesondere durch die Gruppe zwischen 3652 bis 3536 ausgezeichnet. Außer dem Linienspektrum sieht man in der Abbildung das bereits beim Bogenspektrum des Scandiums (S. 37) näher beschriebene Bandenspektrum des Scandiumoxyds; die charakteristischen Hauptkanten der einzelnen Banden, wie 6654.61, 6610.22, 6525.79, 6036.29, 6017.28, 5928.25, 5918.29, 5887.62, 5849.29, 5848.00, 5810.03, 5772.97, 5737.09, 4858.25 etc. sind in der Abbildung sehr deutlich zu sehen und dürften nebst den Hauptlinien des sehr wohl definierten Spektrums zur Erkennung kleiner Mengen von Scandium verwendet werden können. Da im langwelligen Teile des Funkenspektrums bis jetzt keine Messungen vorliegen, wurden der folgenden Tabelle bis 5514.46 die Bogenmessungen von uns[1]), von da ab jene von A. Fowler[2]) zugrunde gelegt und von 4670 ab die Messungen im Funken von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) benützt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6835.30	2	6193.88	3	5641.24	10	5343.13	2	5031.20	10	4670.59	10	4047.96	3
6829.83	2	6026.36	2	5591.63	4	5341.21	3	5021.67	2	4574.17	4	4023.86	8
6819.80	3	5988.63	4	5565.12	3	5339.58	3	5020.30	2	4557.42	3	4020.56	8
6739.74	3	5969.41 }	4	5553.83	3	5334.43	3	5018.59	2	4431.57	5	4014.68	4
6738.18	4	5968.50 }	4	5541.29	3	5331.98	3	4992.07	4	4420.87	3	3996.76	4 + N
6604.88	5	5961.74	5	5536.71	3	5318.52	5	4983.59	3	4415.85	15	3933.55	4 + Ca
6558.18	4	5952.40	4	5527.06	20	5285.90 }	6	4980.50	4	4400.64	10	3912.05	6
6495.63	4	5940.83	4	5520.74	10	5285.15 }	2	4973.82	3	4385.01	7	3907.69	6
6486.56	4	5931.53	4	5514.46	10	5258.49	6	4954.22	4	4374.70	15	3678.65	2
6448.40	5	5919.38	4	5484.83	8	5239.99	10	4941.49	3	4359.22	3	3666.69	3
6413.60	6	5894.90	3	5482.20	8	5219.75	6	4923.00	3	4354.80	7	3651.96	8
6379.11	6	5724.33	8	5472.42	3	5210.68	7	4909.89	3	4325.24	15	3645.46	9
6321.14	5	5717.53	7	5468.64	3	5116.86	5	4906.88	2	4321.01	15	3642.93	10
6310.19	7	5712.01	10	5451.58	4	5113.00	3	4852.86	4	4314.32	20	3630.86	15
6305.93	10	5708.87	5	5446.37	7	5109.20	3	4847.84	4	4305.94	8	3613.96	15
6300.90	3	5700.43	10	5442.84	3	5101.26	4	4839.63	8	4294.98	8	3590.67 }	5
6293.34	2	5687.12	10	5439.26	3	5099.38	5	4833.85	4	4247.02	20	3589.82 }	5
6284.49	2	5684.46	10	5433.43	3	5096.90	5	4827.47	4	4238.22	3	3581.15	8
6280.03	8	5680.38	7	5429.62	3	5090.07 }	4	4779.53	7	4165.37	4	3576.52	10
6262.53	3	5672.07	10	5425.80	3	5087.17 }	8	4753.35	6	4152.52	4	3572.71	10
6259.22	7	5669.33	10	5416.43	3	5085.71 } [3])	5	4743.98	7	4140.45	3	3567.86	10
6250.22	3	5667.41	8	5392.30	10	5083.88 }	6	4741.20	7	4133.18	3	3558.72	10
6245.87	8	5658.62 }	5	5375.55	7	5081.75 }	7	4737.82	7	4086.81	3	3535.88 }	10
6240.04 }	4	5658.13 }	7	5356.26	10	5075.99	5	4734.28	7	4082.60	5	3435.67 }	3
6239.67 }	3	5649.84	3	5349.91 }	3	5070.39	7	4729.39	8	4054.70	4	3429.59	3
6210.91	6	5647.83	2	5349.47 }	6	5064.50	5	4709.51	3				

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 575.

[2]) The Spectrum of Scandium and its relation to solar spectra. Philos. Transact. 1908, Vol. CCIX, p. 47.

[3]) Bilden in der Abbildung einen breiten Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3379.5	5	3343.5	4	3270.05	5	3108.70	3	2989.20	4	2819.75	2	2563.30 }	4
3372.30	8	3331.4	3	3255.79	3	3065.32	6	2980.91	3	2801.6	2	2562.65 }	
3369.10	8	3317.9	2	3251.44	3	3053.12	5	2974.17	2	2789.4	2	2560.39	6
3362.09 }	4	3313.0 }	3	3199.6	2	3045.88	5	2913.1	2	2782.6	2	2555.91	4
3361.45 }	4	3312.0 }	2	3191.2	2	3040.15	4	2866.2	2	2734.12	2	2552.49	7
3359.83	10	3289.50	3	3139.98	4	3019.42	3	2826.88	4	2699.14	3	2545.31	4
3353.88	10	3273.76	5	3133.32	3	3015.46	3	2822.4	3	2611.4	2	2273.25	2

Terbium.

Das Funkenspektrum des Terbiums ist auf Tafel XXXV, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkens wurde ein sehr reines Präparat von Auer von Welsbach (Terbiumnitrat) auf Kohleelektroden verwendet, welches das auf der Tafel abgebildete, insbesondere im brechbareren Teile sehr linienreiche Spektrum ergab. In dem Spektrum sind Andeutungen von Oxydbanden im gelben und roten Teile zu bemerken, ausgesprochene markante Banden, wie sie sich z. B. im Spektrum des Yttriums oder des Scandiums finden, fehlen hier gänzlich. Genaue Messungen des Terbiumfunkenspektrums liegen derzeit nicht vor, doch besitzt, wie ein Vergleich zeigt, dieses Spektrum sehr große Ähnlichkeit mit dem Bogenspektrum desselben Elementes, wie es auf Tafel XII, Nr. 5 und 6, abgebildet erscheint. Fast alle Linien des Bogenspektrums sind im Funkenspektrum dieses Elementes, wenn auch mit anderen relativ verschiedenen Intensitäten zu konstatieren. Wir haben deshalb die in den Abbildungen auf Tafel XXXV vorfindlichen Zahlen unseren Messungen des Bogenspektrums [1]), ferner den Messungen im Bogenspektrum des Terbiums von Eberhard [2]) entnommen und verweisen bezüglich der genauen Wellenlängen auf die Tabelle des Terbiumbogenspektrums (siehe S. 38).

Holmium (Neoholmium).

Zur Herstellung des Funkens für die Aufnahmen des Holmiumspektrums, wie es auf Tafel XXXV, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), zu ersehen ist, wurde ein Holmiumpräparat von Auer von Welsbach verwendet. Dieses Präparat enthielt außer Holmium ziemliche Mengen von Dysprosium, ferner konnten in demselben Erbium, Ytterbium (u. zw. die Aldebaraniumkomponente) und Yttrium nachgewiesen werden. Da zur Zeit der Herstellung der Aufnahmen und heliographischen Abbildung dieses Spektrums nur die Wellenlängenmessungen im Funken von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vorlagen, wurden die auf der Tafel eingravierten Zahlen sowie die Wellenlängen der brechbareren Linien ab 4557 diesen Messungen entnommen. Es finden sich daher unter den mit Ziffern versehenen Holmiumlinien der Abbildung viele Linien, welche, wie ein Vergleich mit den Messungen im Dysprosiumbogenspektrum von Eberhard und mit dem auf derselben Tafel in Nr. 10 abgebildeten ultravioletten Funkenspektrum des Dysprosiums zeigt, diesem Elemente angehören.

Da außer den Messungen von Exner und Haschek, welche den ultravioletten Spektralbezirk betreffen, im Funkenspektrum dieses Elementes keine Messungen vorliegen, geben wir kein tabellarisches Verzeichnis der Funkenlinien, deren Wellenlängen übrigens mit jenen des Bogenspektrums (siehe S. 40) bis auf die relative Verschiedenheit der Intensitäten gut übereinstimmen. Die auf Tafel XXXV, Nr. 7, eingravierten Zahlen sind unseren Messungen [3]) im Bogenspektrum des Holmiums entnommen.

Dysprosium.

Das auf Tafel XXXV, Nr. 9 und 10, abgebildete Funkengitterspektrum des Dysprosiums ist mit Hilfe von Dysprosiumnitrat zwischen Kohleelektroden im starken Flaschenfunken als Lichtquelle erhalten worden. Es ist bisher im sichtbaren Teile nicht gemessen worden. Die in den Abbildungen enthaltenen Zahlen sind im sichtbaren Teil den entsprechenden Linien des von uns gemessenen Bogenspektrums [4]), im ultravioletten Teil ab 4468 den Messungen von G. Eberhard [5]) im Bogenspektrum des Dysprosiums entnommen worden (siehe S. 40). Es liegen in diesem letzteren Teile auch Messungen (auf $^{1}/_{10}$ Angström) von Urbain [6]) vor, welche den Bezirk von 4221.3 bis 2872.0 umfassen und eine starke Linie enthalten, welche im Bogenspektrum nicht vorkommt; es ist dies die Linie 4212.6 [7]).

Thulium.

Das auf Tafel XXXV, Nr. 11 und 12, abgebildete Funkenspektrum des Thuliums wurde unter Benützung von Thuliumoxydhydrat von Auer von Welsbach zwischen Kohleelektroden im Flaschenfunken mittels des Gitterspektrographen aufgenommen und ist stark mit Aldebaranium verunreinigt. Die in der zitierten Abbildung mit Yb bezeichneten Linien sind durchwegs Aldebaraniumlinien. Die Hauptlinien

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 13.

[2]) G. Eberhard, Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate, Sitzungsberichte der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1906, Bd. XVIII, S. 384.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 23.

[4]) Eder und Valenta, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 10.

[5]) G. Eberhard, Untersuchungen über das Bogenspektrum des Dysprosiums, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, 1909, Nr. 60.

[6]) Sur le spetre d'etinselle ultraviolett du Dysprosium, Compt. rend., Bd. CXLVI, 1908, S. 922.

[7]) Auch von Demarcay geführt.

des Thulium-Funkenspektrums wurden von Auer von Welsbach[1]) bei Gelegenheit der von ihm vorgenommenen Messungen des Aldebaranium- und Cassiopeïumspektrums als Verunreinigung des ersteren gemessen und in den Tabellen geführt.

Es sind dies die Linien 4242.31, 4106.02, 4094.32, 3848.16, 3795.95, 3762.08, 3761.51, 3734.25, 3718.04, 3462.36, 3454.25, 3441.65, 3425.24 und 3362.79. Im ultravioletten Bezirke liegen Messungen von Auer von Welsbach[2]), ferner solche von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor, auf welche wir verweisen. Die in den Abbildungen eingravierten Zahlen sind den Messungen Auers sowie den Tabellen von Exner und Haschek entnommen.

Auer führt folgende Linien als charakteristisch für die drei Thulium-Komponenten Tu I, II und III an:

Tu I: 3261.81, 3054.16, 2981.60, 2864.00, 2841.40, 2828.02, 2808.07, 2788.10, 2719.56, 2709.80.

Tu II: 3795.91, 3783.70, 3767.50, 3762.07, 3761.49, 3756.99, 3744.22, 3734.29, 3725.21, 3718.02, 3705.00, 3701.51, 3700.40, 3683.62, 3679.00, 3678.15, 3673.31, 3668.21, 3665.96, 3661.00, 3653.76, 3647.39, 3643.84, 3608.95, 3574.23, 3566.63, 3566.08, 3557.92, 3536.70, 3536.35, 3535.67, 3535.01, 3462.34, 3453.80, 3441.66, 3430.11, 3425.20, 3400.12.

Tu III: 3259.22, 3099.62, 3053.90, 3016.90, 3002.83, 2984.00, 2928.43, 2927.88, 2859.94.

Cassiopeïum.

Das Funkenspektrum des Cassiopeiums ist auf Tafel XXXVI, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), abgebildet. Dasselbe wurde unter Benützung von Cassiopeïumsulfat auf Kohle mittels kräftigen Flaschenfunkens erhalten. Das Spektrum ist relativ linienarm, enthält aber insbesondere im sichtbaren Teile eine Anzahl außerordentlich glänzender, kräftiger Linien. Neben diesen Linien ist das Spektrum durch das Vorhandensein von zwei kannelierten Banden im Grün und Blau ausgezeichnet, welche in unserer Abbildung (Nr. 1) sehr deutlich zu sehen sind und nach dem weniger brechbaren Ende des Spektrums verlaufen. Bezüglich der Tabelle gilt das bei Aldebaranium Gesagte.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6463.31	10	5135.18	6	4672.4	4	3841.32	3	3376.65	6	3020.73	6	2796.75	6
6242.57	6	4994.32	10	4662	6	3694.35	10	3359.72	6	3005.91	3	2772.69	5
6235.56	4	4905.0	2	4518.76	10	3647.93	3	3312.27	5	2970.71 }	1	2754.26	5
6222.06	15	4865.6	2	4342.25	3	3624.12	5	3289.52	9	2969.96 }	6	2750.60	3
6199.86	4	4839.80	3	4184.41	10	3568.00	5	3281.87	5	2963.47	7	2701.81	6
6160.17	6	4786.8 }	2	4181.00	2	3554.60	10	3279.15	4	2951.80	5	2657.90	5
6055.24	2	4785.54 }	8	4124.89	4	3507.56	9	3254.45	8	2911.53	10	2653.82	2
6004.74	4	4748.4	2	4054.63	2	3478.99	3	3198.22	7	2900.45	8	2619.34	4
5984.33 }	6	4726	3	3988.16	6	3472.66	8	3077.74	9	2894.98	8	2615.48	10
5983.85 }	6	4708	2	3937.85	2	3397.25	10	3057.96	4	2891.52	4	2613.48	4
5736.73	3	4695.4[3])		3876.82	5	3385.70	3	3056.85	8	2847.62	7	2603.38	5
5476.94	50	4684	8										

Aldebaranium.

Das Funkenspektrum des Aldebaraniums ist auf Tafel XXXVI, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), abgebildet. Dasselbe enthält eine größere Anzahl charakteristischer Linien. Es wurde von Auer von Welsbach[4]) ab 5897.56 bis 2615.48 photographiert und gemessen. Bei diesen Messungen wurden die Linien 4726, 3289.52, 2891.52, 2859.92, 2821.25 und 2653.82 als gemeinsame Linien bezeichnet, weil dieselben auch im Cassiopeïumspektrum auftreten; doch sind diese Linien bezüglich der Intensität des Auftretens in beiden Spektren sehr verschieden, wie ein Blick auf die nebeneinander gestellten Abbildungen des Ad- und Cp-Spektrums zeigt, welche Abbildungen von Aufnahmen mit gleichen Belichtungszeiten herrühren. Die angeführten Linien treten im Aldebaraniumspektrum bedeutend kräftiger als im Cassiopeïumspektrum hervor. Das Aldebaraniumspektrum zeigt insbesondere im weniger brechbaren Teile zwar nicht viele, aber dafür sehr helleuchtende Linien, welche zur Erkennung dieses Elementes benützt werden können. Der ultraviolette Teil ist relativ linienreicher und fallen in demselben einige Hauptlinien, wie z. B. 3694, 3289 u. a. m., besonders ins Auge.

In der folgenden Tabelle sind die Wellenlängen der in der Abbildung sichtbaren Aldebaraniumlinien im Rot nach unseren Messungen[5]) im Bogenspektrum, die übrigen nach den Auer von Welsbachschen Angaben des Öffnungsfunkenspektrums verzeichnet.

[1]) Auer von Welsbach, Die Zerlegung des Ytterbiums in seine Elemente, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVI, Abt. IIb, 1907, S. 1425.

[2]) Auer von Welsbach, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXX, Abt. IIb, 1911, S. 193.

[3]) Kante.

[4]) Siehe Fußnote [1]).

[5]) Eder und Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Teil der Bogenspektren. Die von Auer v. Welsbach entdeckten Elemente Aldebaranium und Cassiopeïum, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 3.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6799.87	4	5279.64	3	3690.70	3	3447.02	2	3014.57	3	2909.60	2	2776.40	4
6668.04	3	5257.60	3	3675.23	4	3439.00	4	3010.75	3	2906.50	2	2771.45	3
6489.30	10	4937.56	2	3670.85	2	3438.82	3	3009.51	3	2891.52	8	2761.51	3
6432.94	2	4936.00	5	3669.83	5	3428.62	3	3005.91	7	2888.12	4	2760.91	2
6418.16	2	4837.0	4	3637.90	5	3401.16	3	3002.74	2	2886.37	3	2751.57	3
6400.60	2	4820.4	4	3619.99	6	3397.25	3	3000.60	3	2886.06	2	2750.58	10
6308.36	2	4786.76	10	3611.46	2	3391.26	3	2996.00	2	2867.16	5	2748.74	5
6274.98	5	4726	10	3606.61	5	3380.00	2	2994.95	4	2861.44	4	2732.84	3
6260.99	2	4553.80	4	3585.62	7	3375.67	5	2992.00	3	2861.33	4	2718.42	4
6247.16	3	4515.32	5	3570.73	4	3347.69	4	2990.50	3	2860.50	2	2712.73	3
6152.77	3	4370.98	2	3567.29	4	3343.19	4	2985.20	4	2859.92	5	2712.44	
5991.73	3	4317.15	4	3564.11	3	3333.18	3	2984.11	5	2859.50	4	2710.75	3
5837.32	4	4257.84	2	3560.90	8	3319.57	5	2970.95	2	2854.60	2	2710.61	
5819.64	2	4252.72	3	3560.50	4	3305.89	5	2970.65	6	2854.23	3	2684.85	2
5771.86	3	4218.71	3	3554.60	2	3289.52	20	2966.87	2	2851.25	6	2677.42	2
5730.25	2	4190.48	3	3552.49	2	3261.67	6	2964.87	4	2848.52	4	2672.73	4
5720.23	3	4181.01	10	3550.00	5	3193.00	6	2963.45	2	2847.26	5	2667.08	5
5652.21	3	4170.27	2	3520.48	6	3154.00	3	2962.63	3	2831.09	5	2666.20	5
5588.67	3	4135.24	3	3518.31	3	3141.06	4	2946.44	2	2825.09	3	2665.11	4
5556.71	10	4077.41	2	3516.02	3	3117.90	3	2946.02	6	2821.25	4	2653.82	6
5539.33	2	3988.16	8	3507.96	4	3108.00	7	2940.68	3	2818.84	5	2652.33	2
5449.4	3	3782.73	3	3507.56	2	3094.00	3	2935.23	3	2817.05	3	2651.82	
5432.76	2	3749.87	3	3485.90	4	3089.19	4	2924.34	2	2814.60	3	2644.41	2
5358.7	3	3744.20	2	3478.99	8	3065.17	4	2921.25	3	2803.56	4	2642.68	3
5353.00	8	3724.39	3	3476.48	4	3039.77	2	2919.48	6	2800.15	3	2642.04	2
5347.40	5	3722.47	3	3464.53	4	3031.25	4	2915.40	3	2798.30	3	2621.24	2
5345.86	4	3698.71	3	3458.43	4	3026.78	4	2914.32	5	2797.91	2	2615.48	2
5335.16	8	3694.35	20	3454.25	8	3017.62	4	2911.55	4	2784.77	4		

Gadolinium.

Das Funkenspektrum des Gadoliniums ist auf Tafel XXXVI, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), abgebildet. Zur photographischen Aufnahme wurde ein Präparat von Auer von Welsbach (Gadoliniumnitrat) benützt. Dieses Präparat enthielt Europium als Verunreinigung, dessen Hauptlinien in der Abbildung bezeichnet sind. Außer dem Linienspektrum erkennt man in der Abbildung deutlich das Bandenspektrum, dessen Hauptkanten bei 6201 und 5807 in der Abbildung Nr. 5 speziell bezeichnet sind. Das Spektrum des Gadoliniums ist sehr linienreich und reicht weit ins Ultraviolett. Die in der nachstehenden Tabelle angeführten Zahlen für den sichtbaren Teil entsprechen den im Bogen vorfindlichen Linien und wurden, da für das Funkenspektrum des Gadoliniums keine genauen Messungen vorliegen, unseren Messungen [1]) dieses Bogenspektrums entnommen. Die Zahlen ab 4732.81 entstammen den Wellenlängentabellen (1902) von Exner und Haschek. Die Intensitäten wurden nach einer länger belichteten Aufnahme bestimmt, welche Aufnahme zur Publikation nicht geeignet erschien, da das Grün, Blau und der Beginn des Ultraviolett bei der Reproduktion infolge der dichten Linien undeutlich und verworren gekommen wäre. Wir haben daher lieber auf die graphische Darstellung des Ultraviolett Verzicht geleistet, aber die stärkeren Linien, wenn sie auch in der Abbildung nicht mehr zu sehen sind, in der folgenden Tabelle angeführt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6752.95	3	6289.99	3	5904.78	5	5734.09	6	4601.27	4	4478.96	3	4408.44	3
6730.98	2	6238.69	2	5904.31		5722.20	2	4598.10	4	4476.30	2	4406.88	4
6681.51	3	6224.61	2	5877.50	5	5701.60	2	4597.19	4	4474.31	2	4403.31	2
6640.29	2	6180.64	2	5860.95	3	5696.44	5	4582.75	3	4471.48	2	4402.04	3
6634.61	3	6151.32	2	5856.46	4	5643.50	4	4582.62	2	4467.30	2	4397.69	3
6538.40	2	6114.30	5	5855.50		5632.51	2	4558.30	3	4466.72	4	4391.65	4
6505.66	2	6109.30	2	5851.90	4	5618.17	3	4540.22	4	4446.66	2	4391.15	3
6445.01	3	6106.40	2	5840.73	3	5616.40	2	4523.04	2	4438.43	3	4387.86	3
6422.70	3	6080.86	3	5831.26	4	5583.96	3	4522.15		4436.40	5	4383.31	2
6381.20	2	6004.83	3	5821.20	2	5560.94	3	4520.26	4	4430.80	2	4374.02	3
6369.11	3	5988.24	4	5816.03	3	5500.70	2	4519.81		4422.60	2	4369.97	6
6346.92	3	5982.65	4	5807.28[2])		5475.94	6	4514.70	4	4421.43	3	4361.12	2
6331.58	2	5951.81	3	5791.58	4	5469.97	4	4506.52	3	4419.20	3	4347.51	3
6305.39	5	5913.81	5	5749.60	3	4732.81	3	4486.55	2	4414.92	2	4346.63	3
6299.37	2	5911.69	5	5746.59	3	4728.70	3	4483.52	3	4414.33		4342.39	8
												4341.48	3

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 21.

[2]) Kante.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4341.48	3	4111.58	4	3923.46	3	3712.89	8	3512.41	3	3358.80	8	3053.68	2
4330.80	3	4099.05	4	3916.70	5	3699.89	5	3505.70	5	3358.60	2	3034.17	6
4327.30	5	4098.78	6	3902.54	3	3697.90	5	3494.60	5	3350.66	10	3032.98	8
4325.80	5	4085.75	8	3895.95	2	3687.90	5	3492.11	3	3350.24	2	3027.71	6
4316.40	} 4	4078.86	3	3895.40	2	3686.47	3	3491.90	2	3346.10	4	3010.26	6
4316.20		4078.60	4	3894.89	3	3671.39	8	3482.75	3	3336.31	5	3002.98	3
4314.01[1]	4	4073.95	5	3852.65	3	3664.76	8	3481.99	5	3332.30	} 4	2999.15	4
4297.34	2	4073.35	2	3851.14	5	3662.41	4	3481.48	8	3331.53		2980.29	3
4296.50	3	4070.49	5	3850.85	4	3656.32	7	3473.39	4	3330.49	3	2955.62	4
4296.24	4	4063.74	2	3844.75	3	3654.79	7	3469.12	5	3292.38	4	2918.57	2
4280.79	2	4063.54	4	3842.40	4	3646.32	10	3467.42	5	3259.40	2	2904.84	5
4280.68	3	4062.75	5	3837.09	4	3645.76	4	3467.09	2	3250.35	2	2881.46	3
4262.30	8	4059.54	3	von 3820.95	} [2]	3634.90	2	3464.26	2	3226.45	2	2840.36	3
4253.80	4	4053.80	2	bis 3818.89		3620.59	3	3464.13	4	3187.23	2	2833.96	} 2
4253.54	3	4053.45	4	3814.13	6	3617.29	3	3455.04	} 4	3161.48	5	2833.88	
4251.94	6	4050.08	5	3805.70	} 3	3613.58	3	3454.29		3156.62	5	2809.81	4
4246.72	3	4049.60	3	3805.23		3611.10	3	3450.55	6	3147.00	2	2797.05	4
4244.00	3	4046.99	2	3801.47	3	3608.92	3	3449.75	2	3145.64	3	2781.54	3
4238.95	4	4038.10	3	3796.58	8	3605.82	3	3440.15	6	3145.10	4	2770.29	} 2
4229.96	3	4037.51	4	3792.54	3	3605.41	2	3439.94	3	3133.95	3	2769.93	
4226.04	2	4022.50	3	3791.32	3	3601.11	2	3439.38	5	3124.12	3	2764.19	3
4225.33	2	4013.99	3	3787.71	3	3592.85	5	3433.16	5	3120.04	3	2717.40	4
4217.35	4	4009.36	} 3	3783.20	2	3590.61	3	3422.65	10	3118.11	3	2679.51	4
4215.19	5	4009.03		3782.51	3	3585.10	8	3418.87	4	3113.29	2	2655.69	3
4212.20	5	4005.08	3	3770.86	3	3582.06	4	3417.08	4	3108.47	2	2628.22	6
4197.84	4	4001.42	3	3769.59	2	3574.86	2	3407.03	5	3102.69	2	2564.60	3
4197.24	3	3987.36	3	3768.54	10	3572.09	3	3402.21	3	3102.04	3	2554.17	2
4191.30	3	3974.18	3	3761.12	} 3	3558.66	2	3400.13	3	3100.63	5	2554.00	3
4190.98	2	3972.1	2	3760.85		3558.32	4	3395.28	4	3098.75	2	2363.40	} 5
4184.48	10	3971.94	3	3759.17	3	3557.21	5	3392.67	4	3090.08	3	2362.50	
4162.91	3	3971.25	2	3758.50	4	3549.51	10	3380.70	2	3082.11	6	2362.05	
4137.25	4	3959.69	3	3743.60	8	3545.95	10	3380.17	1	3077.12	2	2339.10	2
4132.44	5	3957.85	3	3740.16	2	3542.94	4	3379.90	2	3077.04	3	2329.48	2
4131.64	2	3945.66	} 3	3731.01	3	3528.67	3	3362.41	10	3072.70	5	2323.93	2
4130.55	8	3944.82		3719.62	8	3524.35	4	3360.86	3	3068.77	5	2224.09	2
4111.91	2	3934.99	2	3716.52	3	3512.69	4						

Erbium.

Das Funkenspektrum des Erbiums ist auf Tafel XXXVI, Nr. 7 und 8, abgebildet. Die dieser Abbildung zugrunde liegende Aufnahme wurde unter Benützung eines Erbiumpräparates (Erbiumnitrat) von Auer von Welsbach, welches zwischen Kohleelektroden mittels eines Flaschenfunkens verdampft wurde, hergestellt. Das Spektrum ist im sichtbaren Teile bisher nicht genau gemessen worden. Messungen im brechbareren Teile sind von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vorgenommen worden, welchen Messungen die Zahlen der folgenden Tabelle entnommen sind.

An Verunreinigungen konnte, außer den durch die Kohle in das Spektrum gelangenden, wie Kalk, Magnesium, Silicium, Natrium etc., Thulium und Yttrium nachgewiesen werden. Die im sichtbaren Teile bezeichneten Wellenlängenzahlen sind unseren Messungen des Bogenspektrums entnommen [3]). Die Linien, welche in dieser Aufnahme im weniger brechbaren Teile konstatiert werden konnten, sind fast alle auch im Bogenspektrum des Erbiums vorhanden. Am kräftigsten treten die Linien 6492.61, 6221.25 (Hauptlinie), 5827.04 und 5462.63 hervor.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6601.37	3	5850.28	2	5515.02	1	4500.93	5	4252.12	3	3974.83	3	3792.00	3
6583.72	2	5827.04	8	5486.15	2	4473.70	4	4190.86	2	3973.81	2	3788.04	2
6492.61	2	5801.05	2	5462.63	2	4422.68	2	4190.14	4+O	3973.18	2	3787.00	3
6388.45	4	5763.00	4	4679.26	2	4420.75	2	4151.27	4	3945.6	3	3775.80	3
6309.06	3	5757.83	3	4675.78	6 + N	4419.81	6	4143.10	5	3938.80	4	3750.65	3+O
6221.25	8	5748.85	4	4665.61	3	4384.90	3	4100.72	2	3906.51	10	3742.80	2
6149.62	2	5739.40	3	4631.09	3 + N	4369.7	} 2	4059.96	3	3896.53	2	3738.30	2
6076.67	3	5733.65	2	4566.59	2	4369.55		4055.61	4	3896.42	5	3731.45	2
5881.36	2	5626.78	3	4565.00	2	4301.79	3	4008.31	2	3890.82	2	3730.80	3
5872.59	2	5527.76	3	4563.43	3	4276.95	} 3	4008.10	3	3830.69	10	3729.69	5
5855.55	4	5516.28	2	4552.31	3	4276.68		3982.46	2	3795.91	4	3724.59	3

[1]) Fällt mit noch einigen Linien zusammen.

[2]) Hier fallen einige schwache Linien zusammen.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 16.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3712.55	2	3599.93	5	3417.41	2	3316.55	5	3183.55	2	3036.34	3	2759.30	3
3711.97		3599.60	4	3410.01	2	3314.59	2	3182.07	2	3028.40	3	2755.74	2
3707.70	3	3580.69	3	3409.40	1	3313.85	2	3181.83	2	3027.93		2746.15	2
3701.70	2	3560.05	5	3408.83	2	3312.61	5	3175.65	2	3026.05	3	2744.24	2
3700.87	3	3550.01	5	3401.99	4	3304.12	4	3154.40	5	3012.64	2	2739.31	4
3697.06	3	3543.16	3	3392.16	6	3291.20	2	3144.60	2	3002.80	2	2738.58	2
3696.40		3539.63	3	3385.26	6	3280.42	3	3144.44	2	3002.53	3	2723.32	3
3695.26	2	3526.95	2	3374.34	3	3279.51	5	3141.25	2	2983.95	2	2719.50	2
3692.80	10	3526.67	2	3372.91	10	3269.59	4	3132.91	3	2983.3	2	2698.48	4
3684.44	2	3525.06	3	3370.75	3	3267.30	5	3132.64	1	2964.64	4	2692.88	2
3682.86	3	3520.19	3	3368.22	4	3264.98	6	3132.17	3	2946.72	2	2670.35	2
3669.17	2	3518.32	3	3364.26	2	3259.26	4	3125.76	3	2929.35	2	2637.89	2
3653.05	2	3515.06	3	3350.44	3	3249.48	2	3122.80	5	2910.48	4	2591.99	2
3652.74		3508.53	4	3350.23		3240.64	2	3113.65	2	2904.58	3	2508.73	2
3650.58	2	3505.24	2	3347.73	3	3238.10	2	3111.01	2	2897.62	3	2485.22	2
3646.10	4	3499.29	10	3346.19	4	3232.17	2	3099.30	4	2897.07	2	2464.72	3
3641.42	2	3486.03	3	3342.00	2	3230.73	6	3095.95	3	2859.94	3	2422.61	3
3633.69	4	3480.61	2	3340.66	2	3223.45	4	3093.85	3	2855.51	2	2419.89	2
3632.20	3	3479.56	2	3340.19	2	3220.87	4	3093.3		2838.82	2	2404.68	2
3630.18	2	3471.90	5	3337.94	2	3214.58	3	3084.15	4	2830.46	2	2403.43	3
3630.00	2	3469.90	3	3337.40	2	3205.27	2	3082.22	4	2820.30	2	2399.00	2
3617.92	4	3441.29	4	3332.88	4	3200.69	3	3072.64	4	2792.62	2	2396.52	4
3616.70	5	3428.52	3	3329.80	3	3195.8	2	3070.89	3	2779.06	2	2381.41	2
3605.01	3	3420.34	2	3323.46	5	3192.78	3	3054.53	3	2770.14	2	2367.71	3
3604.83	2	3417.77	2	3317.61	3					2762.01	2		

Gallium.

Das Gitterspektrum des Galliums ist auf Tafel XXXVI, Nr. 9 und 10, abgebildet. Das von uns benützte Präparat ein Galliumsulfat, ergab im sichtbaren Teile (Nr. 9) eine einzige Linie, wozu im brechbareren Teile (Nr. 10) weitere vier Linien kommen. Es sind dies die Linien 5370 (i = 4) [1]), ferner 4172.25 (i = 10), 4033.19 (i = 5), 2943.81 (i = 2), 2874.32 (i = 2), welch letztere Linien nebst einigen sehr schwachen auch von Exner und Haschek angeführt werden.

Europium.

Das Gitterspektrum ist auf Tafel XXXVI, Nr. 11 und 12, abgebildet. Das Präparat, welches bei Herstellung der Aufnahme dieses Spektrums verwendet wurde, war ein Gemenge von Europium mit ziemlich großen Mengen Gadolinium, so daß das Gadoliniumspektrum mindestens ebenso stark zum Vorschein kommt als das Europiumspektrum. Im sichtbaren Teile lassen sich die Hauptlinien des Europiums, welche wir im Bogenspektrum gemessen haben [2]), erkennen.

Im weniger brechbaren Teile wurden die Linien des Funkenspektrums genau gemessen und sind die Wellenlängen der Hauptlinien nach Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) in der folgenden Tabelle enthalten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6645.33	5	5966.29	2	4205.20	20	4012.99	3	3819.81	15	3421.85	4	2982.40	3
6437.90	4	5831.16	3	4196.35	4	3972.16	10	3796.48	2	3416.90	4	2906.80	5
6303.62	2	4662.08	5	4141.88	3	3930.65	10	3796.30		3396.70	3	2820.88	3
6262.48	2	4627.39	8	4141.18	2	3907.30	10	3725.08	10	3313.48	2	2814.03	4
6173.32	2	4594.22	10	4129.90	30	3851.75	2	3688.59	8	3308.16	2	2782.01	3
6049.76	2	4522.76	10	4119.45	3	3851.0		3622.71	2	3026.87	5	2729.46	3
6004.73	2	4435.75	15	4108.06	3	3850.7	3	3570.26	2	3000.20	4	2727.89	5
5967.30	2	4330.79	3	4059.51	3	3849.51	1	3543.98	3				

Praseodym.

Das Funkenspektrum des Praseodyms ist auf Tafel XXXVII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), XLV, Nr. 8 (Glasprismenspektrum), und L, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet.

Zur Erzeugung des Funkens wurde Praseodymchlorid von Auer von Welsbach auf Kohleelektroden verwendet, welches Präparat sehr gut gereinigt war. Über das Funkenspektrum des Praseodyms im Rot, Gelb und Grün liegen genaue Messungen nicht vor. Wir haben in der folgenden Tabelle aus diesem Grunde nur jene Linien, welche bei unseren Aufnahmen deutlich sichtbar waren und auch im Bogen vorkommen, aufgenommen und die Zahlen unseren

[1]) Nach Lecoq de Boisbaudran 5369.5, Compt. rend., 1892, S. 815.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 31.

Messungen [1]) des Bogenspektrums in diesen Bezirken und ab 5432 jenen von M. Bertram [2]) entnommen.

Ab 4672 liegen genaue Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Die Linien im äußersten Ultraviolett sind in der Gitteraufnahme (Tafel XXXVII, Nr. 2) nur undeutlich zu sehen, kommen aber sehr gut in der Aufnahme mit dem Quarzspektrographen zur Geltung, welcher Aufnahme auch die in der Tabelle angeführten Intensitäten angepaßt sind, während sich die übrigen auf die Gitteraufnahme beziehen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6674.08	} 4	5687.44	} 3	4730.81	3	4323.72	3	4129.30	3	3982.25	6	3870.88	2
6673.72		5686.69		4708.15	} 3	4320.4	} 2	4118.63	10	3981.35	2	3869.50	2
6657.07	4	5668.68	4	4707.68		4319.20		4114.02	3	3981.04	2	3869.29	2
6567.04	4	5660.05	3	4672.27	4	4318.0	} 2	4112.90	2	3980.38	2	3868.90	2
6564.88	4	5639.02	3	4664.78	3	4317.20		4112.09	2	3977.95		3868.68	2
6519.08	2	5625.89	} 4	4628.93	3	4316.26	} 2	4100.89	10	3977.58		3865.64	5
6486.48	3	5625.19		4612.28	2	4315.70		4098.56	3	3976.99	} 4	3864.69	} 2
6478.24	3	5623.26	4	4563.34	3	4305.99	8	4097.00	4	3976.73		3864.20	
6432.17	4	5610.40	2	4536.09	3	4303.80	4	4096.50	} 2	3976.45		3852.96	4
6429.89	4	5605.87	4	4534.34	4	4299.16	4	4096.10		3975.03	3	3851.75	} 4
6413.98	4	5597.51	2	4510.33	8	4297.98	5	4087.39	3	3972.31	3	3850.98	
6398.30	4	5572.08	3	4496.63	8	4295.31	3	4085.50	2	3971.84	3	3846.76	3
6347.40	4	5562.30	3	4477.43	3	4294.90	3	4085.30	2	3971.30	4	3842.51	3
6305.47	3	5545.21	3	4468.84	6	4293.80	} 2	4084.88	2	3967.29	2	3841.15	3
6302.40	3	5535.42	4	4466.13	3	4293.30		4083.50	4	3966.72	3	3830.85	4
6281.54	5	5526.14	2	4454.89	3	4282.66	5	4082.10	5	3965.40	3	3821.94	3
6278.92	3	5522.82	2	4452.12	3	4280.30	4	4081.20	4	3964.99	4	3818.41	3
6262.77	2	5509.36	5	4450.40	} 5	4278.23	3	4079.98	5	3964.40	3	3818.00	2
6255.32	2	5487.61	2	4450.01		4276.38	} 2	4070.44	3	3962.60	3	3816.23	6
6244.58	2	5432.81	2	4447.17	3	4276.00		4068.96	3	3958.63	} 2	3812.16	
6182.57	3	5422.64	2	4432.49	3	4272.49	5	4063.00	8	3958.30		3812.00	} 2
6166.13	6	5413.52	} 3	4429.41	10	4271.99	3	4062.42	3	3956.88	3	3811.50	
6161.41	6	5413.16		4424.80	3	4269.85	} 3	4059.55	2	3953.67	5	3810.10	} 2
6114.60	3	5411.12	3 v.	4421.40	3	4269.27		4058.96	3	3953.30	2	3809.30	
6087.72	2	5381.47	6	4419.80	} 3	4263.99	3	4058.35	2	3951.33	} 2	3805.00	4
6055.33	2	5352.59	4	4419.21		4263.35	2	4056.69	7	3950.77		3800.46	4
6050.27	2	5344.08	2	4413.95	4	4263.00	2	4055.02	6	3949.59	4	3795.09	} 2
6025.98	5	5331.66	2	4409.01	8	4262.50	3	4051.31	4	3947.78	4	3794.53	
6018.05	5	5322.96	8	4406.02	5	4254.59	4	4048.30	3	3947.10	2	3792.71	} 2
6016.75	2	5298.28	4	4405.32	3	4251.65	3	4047.25	3	3945.76		3792.62	
6006.59	3	5292.80	5	4403.81	} 3	4250.56	3	4046.76	3	3945.57	} 2	3787.02	2
5981.43	4	5292.28	3	4403.46		4247.75	8	4044.99	4	3945.07		3785.57	2
5968.09	4	5292.10	3	4400.46	} 3	4243.67	3	4039.50	3	3943.52	} 2	3780.82	} 2
5956.88	4	5264.04	4	4400.20		4241.28	8	4038.55	3	3943.05		3780.44	
5951.53	4	5259.91	6	4399.51	3	4240.25	3	4038.33	2	3938.45	3	3774.24	3
5940.97	2	5220.27	8	4398.50	3	4233.29	3	4033.99	4	3935.97	3	3769.83	2
5940.15	10	5219.21	7	4396.23	5	4225.8	3	4032.65	3	3935.28	2	3769.06	3
5904.66	2	5206.71	4	4395.96	} 3	4225.54	10	4031.20	2	3929.46	3	3768.41	2
5903.34	2	5195.45	5	4395.20		4223.20	10	4030.61	2	3928.76	2	3765.05	2
5892.46	3	5191.42	3	4385.50	2	4218.00	3	4029.83	4	3927.87	} 3	3764.94	3
5879.36	4	5174.09	6	4385.04	3	4212.00	3	4029.14	2	3927.60		3762.02	4
5869.01	4	5162.51	3	4384.31	3	4208.41	3	4027.72	2	3925.65	5	3760.21	2
5858.82	4	5135.34	4	4382.60	3	4207.92	2	4025.70	3	3920.66	3	3759.75	3
5845.08	3	5129.73	4	4380.53	3	4206.81	10	4025.32	2	3919.75	3	3751.17	3
5823.91	3	5110.97	4	4374.60	3	4201.40	3	4022.88	4	3919.01	5	3750.65	2
5822.79	2	5110.60	4	4371.80	4	4191.80	4	4022.35	2	3914.94	3	3750.31	2
5818.77	2	5045.70	3	4370.99	3	4189.70	8	4015.54	3	3913.70	} 3	3739.35	3
5815.48	10	5034.58	4	4368.52	7	4179.60	8	4010.75	4	3913.08		3736.63	} 3
5810.78	2	4951.53	2	4360.00	4	4175.78	} 3	4008.90	7	3908.54	8	3735.90	
5791.57	3	4939.88	3	4359.29	3	4175.43		4004.87	4	3908.21	4	3734.55	3
5786.41	3	4924.93	3	4355.32	2	4172.47	4	4000.33	3	3902.62	3	3714.20	3
5785.49	3	4912.77	3	4355.14	4	4172.02	3	3999.30	4	3899.00	3	3711.25	3
5756.39	4	4890.44	3	4352.11	6	4169.68	3	3997.21	3	3889.49	4	3706.93	3
5748.13	3	4877.98	4	4350.61	4	4164.36	8	3994.96	5	3885.31	3	3687.35	2
5739.16	2	4823.16	4	4347.65	5	4156.68	3	3992.33	3	3880.61	3	3687.20	3
5732.07	2	4783.59	4	4344.50	8	4148.59	3	3992.10	3	3879.76	2	3686.65	2
5719.89	} 3	4762.88	3	4338.89	4	4146.70	4	3991.35	2	3879.34	3	3669.01	4
5719.29		4747.08	4	4335.97	4	4143.28	8	3989.86	5	3878.45	2	3660.55	3
5711.80	2	4745.07	3	4334.18	8	4141.40	6	3988.19	} 2	3878.06	2	3646.48	3
5689.36	} 3	4736.92	3	4329.60	3	4133.80	3	3987.53		3877.38	8	3645.81	4
5688.64		4734.32	3	4328.59	3	4130.94	3	3982.70	2	3876.32	4	3631.16	3

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 566.

[2]) M. Bertram, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 34.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3622.9	} 3	3436.60	3+N	3219.63	3	3029.50	3	2980.63	6	2724.20	2	2368.89	2
3622.55	}	3427.15	3	3196.21	3	3021.80	3	2977.09	5	2551.66	2	2353.85	2
3613.9	3	3422.43	3	3168.41	3	3015.25	} 3	2968.91	3	2546.05	2	2350.20	3
3606.13 }	2	3415.21	2	3080.39	4	3014.62	}	2964.90	3	2511.26	2	2339.85	2
3605.25 }	3	3413.34	2	3066.89	3	3010.80	3	2953.65	3	2488.84	4	2337.60	2
3596.39	} 3	3396.71	3	3059.07	3	3008.10	3	2942.41	3	2468.33	2	2318.96	2
3595.92	}	3357.80	3	3047.11	3	3003.26	2	2930.20	2	2454.98	3	2307.88	2
3584.43	3	3354.99	2	3045.94	2	3000.60	2	2914.63	2	2405.70	2	2294.72	2
3570.76 [1]	3	3341.55	3	3034.33	3	2997.20	3	2911.82	2	2379.04	3	2230.51	2
3551.60 [1]	3	3296.19	2	3033.43	2	2985.89	4	2842.10	2				

Neodym.

Das Funkenspektrum des Neodyms ist auf Tafel XXXVII, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), XLV, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), und L, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es wurde mit Hilfe von Neodymchlorid von Auer von Welsbach hergestellt. Das Funkenspektrum des Neodyms weist im sichtbaren Teile eine Anzahl kräftig hervortretender Linien auf, welche sich größtenteils auch im Bogenspektrum vorfinden. Die in der Tabelle angeführten Wellenlängen dieser Linien sind, da Messungen des Funkenspektrums in diesem Teile nicht vorliegen, von uns unseren eigenen Messungen [2]) im Bogenspektrum entnommen worden und die Intensitäten sind dem von uns aufgenommenen Funkenspektrum, wie es auf Tafel XXXVII, Nr. 3, abgebildet ist, entsprechend gegeben worden. Die Wellenlängenzahlen ab 5456.76 sind Bertramsche Zahlen [3]) der entsprechenden Bogenlinien des Neodyms. Ab 4683 haben wir die Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) im Funkenspektrum benützt; gerade in diesem Teil ist das Spektrum außerordentlich linienreich, so daß bei der relativ kleinen Dispersion des Gitters in der Abbildung Tafel XXXVII oft fünf, sechs und mehr Linien scheinbar zu einer einzigen zusammenfallen. Wir haben daher nur die in der Abbildung noch unterscheidbaren Linien, bezw. Linienbündel angeführt. Im äußersten Ultraviolett sind nur die stärksten Linien in dieser Abbildung zu sehen, da wir mit der Exposition nicht so weit gehen durften, ohne die Klarheit des Bildes im Violett und Anfang des Ultraviolett wesentlich zu schädigen. Dagegen sind die meisten der in der Tabelle angeführten Linien in der Abbildung des Quarzprismenspektrums zu erkennen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6846.96	2	6258.95	3	5708.44	4	5249.73	10	4789.60	6	4462.59	2	4284.69	5
6804.27	2	6244.25	2	5702·41	3	5239.94	3	4787.60	4	4456.58	5	4282.68	5
6790.79	2	6238.68	2	5688.71	5	5234.34	4	4783.99	3	4452.17	2	4275.94 }	2
6738.03	2	6184.06	3	5620.85	4	5212.52	3	4779.63	4	4451.75	8	4275.26 }	4
6650.73	3	6178.78	2	5603.87	2	5200.28	2	4777.89	2	4446.58	6 + N	4262.04	4
6638.17	3	6170.68	3	5594.65	5	5192.79	10	4764.04	5	4411.23	6	4253.06 }	2
6630.34	2	6161.57	3	5550.30	2	5165.30	2	4724.53	6	4401.01	5	4252.61 }	6
6618.75	2	6133.77	2	5543.47	2	5132.52	2	4715.76	4	4390.86	6	4247.52	8
6581.07	2	6108.66	2	5535.53 [4]		5130.78	5	4709.89	3	4385.85	7	4240.00	3
6492.57	2	6034.43	2	5534.02 [4]		5123.95	4	4683.63	3	4375.19	5	4235.40 }	4
6485.92	4	6031.51	2	5494.24 [4]	3	5106.81	3	4680.91	3	4368.80	4	4234.35 }	4
6480.44	2	5910.12	2	5485.89	4	5092.98	4	4645.90	3	4366.52	3	4232.55	4
6463.78	2	5906.92	2	5456.77	3	5076.76	3	4597.19	2	4364.31	3	4228.35 }	2
6432.93	2	5842.59	3	5451.33	3	4990.10	4	4579.49 }	4	4361.59	} 2	4227.86 }	3
6428.91	3	5826.90	} 3	5442.49	3	4959.27	3	4579.05 }	3	4361.00	}	4227.15 }	2
6426.03	3	5826.03	}	5431.75	3	4924.68	4	4563.41	3	4358.85 }	2	4220.41	2
6403.46	3	5823.50	2	5421.78	2	4914.54	3	4556.90	} 2	4358.34 }	7	4213.35	3
6390.20	3	5811.77	2	5416.60	2	4901.71	4	4556.30	}	4356.16	} 2	4211.46	5
6385.34	5	5804.20	4	5386.09	3	4889.28	2	4542.77	4	4355.55	}	4205.77 }	4
6382.29	3	5770.68	} 2	5372.12	4	4883.99	3	4541.44	3	4351.41	6	4205.43 }	2
6362.29	} 2	5770.05	}	5361.66	5	4876.01	3	4516.49	3	4338.87	5	4195.20	3
6361.66	}	5767.55	2	5357.15	3	4866.90	3	4506.75	3	4328.09	5	4185.91	} 2
6341.69	4	5745.00	2	5320.00	10	4859.21	6	5401.97	4	4325.93	5	4185.11	}
6310.79	3	5741.09 }	3	5311.61	3	4836.15	3	4471.66	} 2	4314.65	6	4179.74 }	4
6302.23	2	5740.19 }	2	5293.32	8	4832.44	3	4471.12	}	4304.63 }	4	4178.76 }	3
6297.35	2	5729.49	2	5277.01	2	4825.65	6	4469.43	2	4303.77 }	10	4178.60	3
6293.10	3	5727.05	3	5273.57	5	4820.51	4	4465.75	} 2	4299.85	} 2	4177.50	10
6282.39	2	5718.30	4	5270.83	2	4811.52	6	4465.24	}	4299.16	}	4175.75	3
6277.52	2	5710.46	3 + N	5255.65	4	4797.33	4	4463.19	8	4297.97	3		

1) Fällt mit mehreren schwachen Linien zusammen.

2) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 554.

3) L. c.

4) Verwaschene Linie.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4171.25		4061.26	10	3941.68	6	3763.60	3	3527.65	2	3141.61	2	2909.10	
4170.92	2	4060.12	3	3939.02	5	3759.91	2	3510.85	2	3135.00	2	2908.71	2
4170.61		4057.66	3	3937.16	2	3759.10	3	3495.66	2	3133.71	2	2908.24	
4168.91	3	4057.04		3934.97	2	3752.82		3491.41	2	3131.30	2	2906.58	3
4168.14		4051.32	4	3927.23	3	3752.66	5	3485.09	2	3124.70	2	2904.42	3
4165.21	3	4048.96	3	3921.11	3	3752.35		3481.59	2	3123.20	2	2903.71	3
4164.60	2	4040.95	4 + N	3917.76	3	3750.46	3	3431.69	2	3116.25	2	2902.76	2
4161.56	2	4031.93	6	3912.40	3	3741.56	3	3427.10	2	3115.30	2	2899.97	2
4160.74	3	4030.64	3	3911.31	5	3741.11		3393.77	2	3106.29	2	2899.70	3
4159.73	3	4023.19	3	3908.00 [4])	3	3738.20	3	3387.26	2	3105.60	2	2897.09	2
4156.30	10	4021.90	3	3906.04	4	3735.76	5	3369.80	2	3093.06	2	2894.25	2
4153.98	3	4021.50	4	3905.71	2	3732.91	3	3356.69	2	3081.05	2	2889.31	2
4151.87	2	4021.05	4	3902.02	5	3730.75	3	3353.76	2	3079.50	2	2887.70	2
4150.95	2	4012.90	2	3900.41	6	3728.26	3	3339.94	2	3075.49	2	2885.93	2
4146.75	2	4012.42	10	3895.20	2	3723.66	2	3339.77	2	3071.80	2	2876.15	3
4146.26	3	4007.59	3	3894.80		3718.69	3	3331.73	2	3069.85	2	2871.54	2
4135.47	6	4004.44	3	3892.21	4	3715.83 [6])	3	3328.40	2	3056.80	2	2868.95	2
4133.51	4	4004.14	4	3891.67	3	3714.34	4	3327.32	2	3052.25	2	2868.17	
4132.71	2	4000.70	3	3891.11	4	3697.70	2	3326.40	2	2995.91	2	2864.49	2
4124.04	3	3998.85	2	3890.74	4	3697.32		3313.30	2	2983.45	2	2848.51	2
4122.11	3	3998.30	1	3880.90		3685.91	4	3309.28	2	2978.10	2	2839.82	2
4116.91	4	3998.05	2	3880.52	5	3673.65	3	3301.06	2	2970.98	2	2838.80	2
4114.00	4	3994.85	4 + N	3879.70		3672.49	3	3300.30	2	2970.14		2828.65	2
4110.64	3	3991.92	4	3869.17	3	3662.41	3	3298.76	2	2965.84	2	2823.25	2
4109.62	8	3990.29	4	3863.52	6	3637.90		3287.55	2	2963.47	2	2810.19	2
4109.22	4	3986.39	3	3851.87	5	3637.38	3	3283.80	2	2961.59	2	2466.92	2
4106.78	3	3982.50	2	3848.67	3	3637.14		3281.62	2	2960.40	2	2435.64	2
4104.71	2	3981.39	2	3848.36		3634.42	3	3280.34	2	2956.08	3	2429.60	2
4104.40		3981.13		3842.09	3	3621.36	3	3275.35	2	2946.82	3	2426.48	2
4099.09	2	3979.64	3	3839.63	4	3612.90	2	3270.93	2	2946.02	2	2398.48	2
4098.34	3	3979.16	2	3830.61	2	3612.55	2	3262.51	2	2943.62	2	2396.21	2
4096.90	2	3976.99	4	von 3829.26 [5])		3598.15	2	3261.52	3	2939.65	2	2394.33	2
4096.31	3	3973.83	3	bis 3828.10		3597.84	2	3254.80	3	2932.25	2	2390.06	2
4095.60	2	3973.43	5	3805.50	4	3583.05	2	3251.02	2	2928.80	2	2382.95	2
4094.80	2	3967.89 [2])	3	3784.86	2	3582.81		3249.49	2	2928.27		2373.30	2
4089.81	3	3963.28	6	3784.41	4	3569.01	2	3237.79	2	2925.46	2	2363.94	2
4086.99 [1])	2	3962.35	3	3783.92	3	3543.49	2	3230.00	3	2923.55	2	2358.68	2
4086.00		3958.18	3	3781.47		3541.74	2	3159.32	2	2921.59	2	2353.86	2
4077.79	3	3957.59	2	3780.55	2	3536.80	2	3149.65	2	2921.37	2	2349.37	2
4075.43	2	3952.35 [3])	3	3779.60		3533.73	2	3149.41		2917.72	2	2348.50	
4075.25	3	3951.31	8	3775.64	4	3531.91	2	3142.56	2	2914.63	4	2332.09	2
4069.41	4	3942.76	3										

Vanadium.

Das Funkenspektrum des Vanadiums ist auf Tafel XXXVII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 10 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XLIX, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es wurde mit metallischem Vanadium von Moissan in Paris hergestellt. Das Metall erwies sich als verhältnismäßig rein. Als Verunreinigung konnte u. a. Calcium nachgewiesen werden, dessen Hauptlinien kräftig hervortraten. Das Funkenspektrum des Vanadiums ist insbesondere im ultravioletten Teile ab 3300 außerordentlich linienreich. Im sichtbaren Teile wurde es von uns studiert und die Linien zwischen 6625.02 bis 4699.50 genau gemessen [7]). Ab 4699.50 bis 2131.95 liegen neuere Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor, welche wir gleichfalls bei Zusammenstellung der folgenden Tabelle benützt haben. Die in diesen Tabellen angeführten Intensitäten sind bis zirka 2600 den Abbildungen des Spektrums auf Tafel XXXVII angepaßt, von da ab sind die Linien wegen der geringeren Lichtstärke des Gitters in diesem Bezirke nur schwach zu sehen. Deshalb wurde bei Beurteilung der Intensität als Grundlage das auf Tafel XLIX abgebildete Quarzprismenspektrum herangezogen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6625.02	2	6452.57	4	6327.06	4	6274.92	6	6258.59	3	6240.36	2	6214.05	5
6606.15	3	6357.55	2	6296.58	6	6269.07	4	6257.17	2	6230.95	8	6199.39	8
6531.59	6	6349.74	3	6293.03	6	6266.52	3	6252.05	8	6224.73	4	6170.44	3
6504.34	4	6339.32	3	6285.38	6	6261.49	2	6243.08	15	6216.58	6	6150.37	4

1) Erscheint als breiter verwaschener Streifen in der Abbildung.

2) Fällt mit noch einigen schwachen Linien zusammen und erscheint in der Abbildung als starke Linie.

3) Fällt mit noch vier Linien zu einem Band zusammen, das bis zur Linie 3957.18 reicht.

4) Fällt mit einigen anderen schwachen Linien zusammen.

5) Vier schwache Linien erscheinen als Streifen.

6) Diese beiden Linien bilden mit mehreren anderen eine breite Linie.

7) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 522 und 1096.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6135.56	8	4757.67	5	4430.01	3	4053.75	2	3627.90	3	3198.16	2	3028.19	3
6119.72	8	4754.12	4	4428.71	3	4053.40		3625.79	3	3197.69		3025.14	3
6111.85	6	4751.77	3	4427.51	3	4051.60	3	3621.40	4	3196.70		3022.75	3
6090.42	10	4751.17		4426.28	4	4051.25		3620.68	2	3194.10	2	3016.97	4
6081.66	6	4748.73	3	4421.81	5	4046.46	3	3619.10	7	3193.32		3016.21	3
6058.34	3	4746.81	3	4416.77	7	4035.88	15	3593.51	10	3192.82		3014.98	6
6039.93	6	4742.84	3	4408.66	10	4023.60	15	3592.20	10	3190.80	8	3013.23	5
6028.46	2	4730.56	3	4407.77	4	4017.42	2	3589.91	10	3188.62	6	3012.18	3
6002.78	2	4729.74		4406.81	5	4016.95		3574.52	3	3187.80		3008.73	5
5929.04	3	4723.10	4	4406.30	2	4005.99	15	3573.71	3	3182.76	4	3007.45	3
5924.76	2	4721.69	4	4400.81	8	4003.20	4	3566.34	6	3174.69	4	3006.68	3
5897.76	3	4717.85	4	4395.45	9	3999.42	2	3560.79	4	3174.20	3	3005.97	
5846.61	4	4716.08	3	4390.20	10	3998.91	3	3556.99	20	3168.25	3	3003.60	4
5830.98	2	4714.31	4	4384.92	15	3997.33	5	3545.39	15	3167.56	5	3001.91	2
5772.66	3	4710.74	4	4379.41	15	3993.00	3	3541.53	3	3166.02	3	3001.30	8
5743.68	2	4709.96	3	4374.01	2	3990.80	4	3538.41	3	3164.99	3	2996.15	3
5737.32	4	4707.57	3	4373.40		3979.60	3	3533.88	3	3163.20	2	2994.72	3
5731.52	3	4706.76	4	4353.05	6	3979.27		3530.99	10	3162.84		2989.77	3
5727.90	3	4706.36	2	4341.25	6	3977.90	3	3524.89	6	3162.50		2989.41	2
5727.29	10	4705.28	2	4333.10	5	3973.89	8	3522.02	4	3159.50	3	2988.17	4
5707.26	8	4699.50	2	4330.29	4	3968.30	3+Ca	3520.19	3	3158.04	3	2985.32	3
5703.84	10	4670.70	4	4309.98	2	3952.16	10	3517.44	15	3151.50	5	2983.74	3
5698.77	10	4666.34	3	4309.68		3930.20	2	3504.61	8	3146.95	3	2982.88	2
5671.07	6	4646.58	3	4307.34	3	3929.90		3497.21	6	3146.40	3	2982.07	
5668.62	2	4640.92	3	4298.25	3	3916.61	6	3493.31	4	3146.05	2	2881.33	3
5657.70	3	4640.28		4297.85		3914.53	6	3486.05	5	3145.46	3	2976.61	3
5646.37	2	4635.37	3	4296.36	4	3903.50	5	3480.01	3	3144.84	2	2976.32	2
5627.89	8	4626.69	3	4292.06	5	3899.38	5	3477.68	3	3142.67	3	2975.76	3
5626.28	8	4624.62	3	4284.24	6	3878.92	9	3470.45	2	3139.91	8	2974.15	3
5605.20	2	4619.88	4	4279.17	4	3865.02	3	3469.72		3136.70	6	2972.40	5
5592.68	2	4600.40	5	4277.19	6	3863.99	4	3457.27	8	3135.10	6	2968.49	10
5584.75	2	4594.32	8	4271.76	6	3856.08	2	3453.25	3	3133.51	5	2957.63	6
5547.30	2	4591.45	6	4268.89	8	3855.90		3404.62	4	3130.35	8	2955.77	4
5507.99	2	4586.55	8	4257.58	3	3855.50		3392.85	3	3128.80	3	2952.16	7
5488.24	3	4581.40	2	4257.20		3847.50	5	3377.79	2	3128.38	2	2950.50	4
5415.50	6	4580.60	6	4235.96	4	3840.99	1	3377.52		3126.33	4	2948.20	4
5402.15	5	4579.37	3	4234.80	2	3840.59	1	3361.70	3	3125.53	2	2944.63	7
5385.37	2	4578.88	4	4234.22		3840.26	1	3346.11	3	3125.18	4	2941.52	9
5353.59	3	4577.32	8	4233.25	2	3839.45	2	3338.01	6	3123.09	4	2934.52	3
5241.06	4	4571.99	5	4232.71		3839.11	2	3321.75	6	3121.35	3	2933.95	2
5234.26	3	4564.73	5	4232.27		3828.73	4	3315.35	3	3120.89	3	2932.51	3
5195.03	4	4560.90	4	4225.46	5	3827.10	2	3315.00		3118.51	10	2931.99	2
5193.20	3	4553.21	4	4209.99	4	3818.42	3	3298.89	5	3113.71	4	2931.73	2
5176.97	2	4549.86	4	4205.28	8	3815.54	6	3293.30	3	3110.83	15	2930.89	5
5148.91	2	4545.62	6	4202.48	6	3804.00	2	3289.58	4	3109.53	3	2930.27	2
5128.71	3	4528.73	3+N	4190.05	3	3803.61	2	3285.19	3	3108.85	3	2926.59	5
5020.07	2	4524.42	4	4183.70	8	3800.08	2	3282.70	5	3102.41	15	2924.74	4
5014.81	2	4514.42	3	4178.54	3	3799.44		3280.01	8	3101.09	4	2924.13	4
4947.81	2	4502.20	3	4134.72	8	3787.40	5	3277.90	3	3094.38	4	2920.52	3
4925.85	2	4497.08	2	4132.21	8	3778.85	2	3277.61		3093.22	15	2920.12	2
4904.58	4	4496.31	4	4128.30	8	3778.53		3276.26	10	3086.64	2	2919.88	2
4900.82	2	4489.16	8	4123.74	5	3771.17	10	3271.27	10	3086.31		2917.47	4
4884.26	2	4474.95	4	4116.71	5	3760.38	4	3267.87	10	3081.40	2	2914.43	3
4883.54	3	4474.28	4	4115.55	4	3751.44	3	3266.08	3	3081.14	2	2911.21	3
4881.76	10	4469.92	6	4112.55	2	3751.11	4	3263.49	3	3074.79	2	2910.54	4
4880.75	2	4468.95	2	4112.11		3746.04	10	3258.04	5	3073.98		2910.06	4
4875.65	10	4468.22	3	4111.80		3732.99	10	3254.91	7	3067.25	5	2908.90	7
4864.94	8	4464.51	3	4109.95	7	3727.61	15	3252.03	5	3065.76	3	2908.54	2
4859.31	3	4462.62	6	4105.40	4	3719.09	2	3250.92	5	3063.39	4	2907.59	3
4851.66	6	4460.52	8	4104.94	2	3718.38		3249.73	3	3062.81	2	2906.59	4
4832.62	4	4459.99	4	4104.56	2	3715.71	10	3238.05	6	3056.55	2	2905.76	2
4831.82	4	4457.99	2	4102.38	3	3703.82	2	3233.93	3	3056.02		2905.13	2
4827.64	5	4457.68	2	4100.02	6	3703.61	3	3233.68		3054.11	3	2903.21	4
4823.66	3	4456.72	2	4095.68	3	3700.54	6	3232.11	4	3053.62	4	2896.38	4
4814.14	5	4452.28	8	4092.92	3	3695.40	4	3227.10	3	3050.91	3	2893.42	5
4807.75	6	4451.16	3	4092.62		3692.40	3	3217.28	8	3049.09	3	2892.79	5
4798.17	2	4444.43	6	4090.80	4	3690.49	3	3214.90	5	3048.32	5	2892.48	2
4797.12	5	4443.50	3	4065.24	4	3688.26	2	3212.59	3	3042.41	3	2891.76	6
4786.70	5	4441.91	6	4064.17	2	3687.65		3208.48	5	3041.56	3	2889.75	4
4776.65	8	4438.07	5	4057.25	2	3669.57	7	3202.60	2	3034.07	3	2888.39	4
4766.85	4	4436.33	5	4056.40		3661.53	4	3201.85		3033.60	4	2884.90	10

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2882.62	8	2802.96	3	2715.62	2	2661.65	2	2593.15	4	2506.32	3	2366.40	4
2880.92	5	2799.55	3	2711.82	3	2661.33		2585.08	3	2503.12	3	2358.83	3
2880.18	2	2798.85	3	2707.95	3	2659.70	2	2577.79	3	2483.20	3	2352.28	3
2879.26	3	2797.92	3	2706.23	3	2659.04		2574.65	3	2482.49	3	2343.20	3
2877.79	2	2797.12		2702.31	3	2658.60		2571.19	3	2479.66	3	2342.29	3
2877.05	2	2781.62	4	2701.05	5	2655.80	6	2554.28	5	2479.18		2337.41	2
2873.32	3	2777.83	3	2690.96	3	2652.88	3	2553.74	2	2465.39	3	2337.25	
2869.22	5	2775.87	3	2690.43		2649.53	5	2553.09	3	2453.48	3	2334.30	3
2864.67	3	2774.36	3	2689.99		2645.92	3	2549.39	3	2447.75	3	2331.87	3
2854.49	5	2768.67	3	2688.05	7	2644.50	5	2548.80	2	2445.11	3	2330.53	3
2849.18	3	2765.80	7	2685.79	2	2642.32	3	2548.31	2	2417.61	3	2323.93	3
2847.65	5	2760.80	3	2685.21		2641.02	5	2529.00	3	2407.29	3	2318.13	3
2845.35	3	2760.22	2	2684.90		2635.71	2	2528.57	3	2404.30	5	2314.26	3
2836.67	3	2753.50	5	2683.24	2	2635.52		2528.02	4	2399.80	3	2297.93	3
2826.05	4	2747.59	3	2682.99		2630.76		2524.10	3	2393.73	5	2292.92	2
2822.65	3	2739.81	3	2679.41	4	2629.90	5	2521.68	3	2382.60	5	2292.65	
2822.40		2728.79	5	2678.67	3	2629.87		2521.24	2	2373.14	2	2285.57	2
2817.60	3	2723.55	2	2677.89	4	2622.92	2	2516.25	4	2372.25	2	2241.60	2
2810.40	8	2723.30		2672.10	3	2622.0		2514.79	3	2371.15	5	2233.00	2
2803.65	4	2715.80	5	2663.40	6	2595.20	4						

Niob.

Das Niobspektrum, wie es auf Tafel XXXVII, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 11 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel L, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet ist, wurde mit Niobsäure zwischen Kohleelektroden erhalten. Im sichtbaren Teile bis 4300 ist dieses Spektrum außerordentlich lichtschwach, so daß von den vielen Linien, welche das Bogenspektrum dieses Elementes in diesem Bezirke aufweist (siehe die betreffenden Abbildungen bei normaler Belichtungszeit), nur wenige und diese nur undeutlich auf der Platte zu erkennen waren. Aus diesem Grunde und da das Funkenspektrum des Niobs in diesem Teile bis 4685.30 von niemand bisher genau gemessen wurde, geben wir in der folgenden Tabelle erst von 4685 ab Zahlen der Wellenlängen von Linien an, welche auf den Negativen, welche den Abbildungen zugrunde liegen, deutlich sichtbar sind. In der Abbildung ist die Linie 5900.77, eine Hauptlinie des Bogens, sehr schwach sichtbar.

Die Zahlen in der folgenden Tabelle sind den Wellenlängentabellen (1902) von Exner und Haschek entnommen. Für die Beurteilung der Intensitäten im äußersten Ultraviolett muß nebst der Abbildung Tafel XXXVII auch die Abbildung des Quarzprismenspektrums in Betracht gezogen werden, da die erstere Abbildung im Druck weit weniger kräftig wiedergegeben ist, als es am Negativ der Fall war.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4685.30	2	4254.52	3	4000.75	2	3761.47	3	3568.65	2	3432.89	6	3272.40	3
4675.56	2	4253.85	3	3976.69	2	3760.90		3568.17		3426.72	5	3263.53	5
4672.29	2	4253.12		3966.38	2	3751.44	4	3559.73	3	3425.61	5	3260.77	6
4630.31	2	4230.00	3	3952.53	2	3742.53	3	3554.81	3	3420.80	3	3254.23	5
4606.93	3	4229.31		3938.70	2	3740.90	4	3544.79	2	3413.10	4	3249.11	3
4581.79	4	4218.09	2	3919.88	4	3739.93	2	3544.48	1	3409.35	3	3236.58	8
4579.60	3	4214.90	2	3914.85	2	3726.39	3	3544.16	2	3408.87	4	3234.64	3
4573.24	4	4205.46	2	3898.44	2	3717.23	6	3541.40	2	3386.46	4	3229.70	3
4564.66	3	4195.23	3	3894.20	2	3713.93	2	3541.11	3	3381.11	3	3225.63	10
4546.99	3	4192.21	3	3893.86		3713.54	1	3537.79	2	3375.08	2	3215.75	6
4527.85	3	4191.06	4	3885.85	2	3713.20	2	3537.64		3374.42	2	3206.51	6
4523.60	4	4168.29	5	3885.75		3697.99	3	3535.47	3	3372.98	2	3203.49	5
4493.11	3	4164.83	3	3879.49	2	3696.06	3	3534.35	3	3372.74		3195.09	10
4468.68	2	4163.81	7	3865.19	2	3688.12	5	3517.86	3	3369.34	2	3191.54	4
4468.09		4156.85	3	3863.20	2	3678.21	3	3515.63	4	3365.76	3	3191.20	
4447.38	4+N	4152.77	5	3832.01	4	3664.84	3	3510.50	6	3349.57	4+Ti	3189.39	3
4437.40	4	4150.30	3	3828.36	2	3660.51	2	3489.29	3	3349.22	2	3184.39	3
4410.39	3	4139.89	3	3819.07	6	3659.78	6	3488.96		3344.11	3	3180.48	4
4368.13	4	4139.56	2	3810.63	2	3651.38	6	3484.25	3	3343.86	2	3175.97	4
4351.75	3	4137.27	4	3804.89	3	3634.63	2	3483.19	3	3342.11	3	3173.36	3
4331.56	3	4130.12	3	3804.10	3	3634.0	1	3479.79	5	3341.80	4	3163.50	10
4326.51	3	4129.60	3	3803.12	3	3633.49	3	3478.95	3	3319.80	3	3152.91	2
4301.20	4	4123.99	4	3801.32	4	3619.91	3	3455.05	2	3305.79	2	3152.30	3
4289.58	2	4119.41	5	3798.24	3	3619.68	4	3454.86		3304.92	2	3145.53	8
4287.13	2	4101.10	5	3791.35	3	3589.25	3	3440.76	4	3294.57	3	3140.62	3
4262.22	2	4079.89	6	3790.29	2	3585.13	3	3438.56	3	3292.20	3	3130.91	10
4255.59	3	4059.10	8	3787.21	2	3580.43	3	3437.02	3	3283.65	6	3127.67	8
4254.85	3	4032.68	2	3781.53	3	3576.00	3	3432.89	3	3280.15	3	3099.30	3

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3094.30	15	3001.95	2	2897.93	5	2745.05	2	2667.20	2	2551.54	3	2422.06	3
3088.11	2	3001.28		2888.93	3	2740.29	3	2665.34	4	2545.73	5	2418.83	3
3087.97		2994.88	6	2883.30	6	2737.17	3	2656.18	3	2544.92		2414.63	3
3080.49	3	2990.43	6	2877.11	6	2722.10	5	2651.17	3	2540.73	3	2414.08	4
3076.97	4	2982.25	3	2875.50	6	2717.39	2	2646.41	4	2531.40	2	2412.60	3
3071.69	3	2980.88	3	2868.60	4	2716.72	4	2642.39	4	2531.11		2405.97	2
3071.32	2	2980.02	2	2861.20	3	2716.35	2	2633.30	3	2525.95	3	2405.45	
3071.00	3	2977.79	4	2846.40	3	2715.95	3	2632.66	2	2521.56	3	2398.60	3
3069.80	3	2974.27	6	2845.92	2	2715.40	4	2601.42	3	2511.14	3	2387.60	3
3065.39	3	2972.72	6	2842.75	3	2702.65	3	2599.00	4	2509.22	3	2376.51	3
3064.67	5	2951.02	10	2841.25	3	2702.29		2594.85	3	2501.56	3	2334.90	2
3063.90	3	2947.02	2	2827.19	3	2700.25	3	2593.87	4	2499.88	5	2324.34	3
3062.21	2	2946.18	2	2810.93	3	2698.99	3	2591.10	6	2477.52	3	2313.40	3
3055.62	3	2946.00		2793.20	3	2697.20	7	2584.15	6	2469.59	2	2295.80	3
3044.87	3	2941.70	8	2791.90	3	2691.90	3	2574.99	2	2468.89		2283.16	2
3039.91	4	2927.93	10	2780.36	3	2686.52	3	2574.51		2457.35	3	2281.66	2
3032.89	6	2911.89	4	2771.50	3	2676.05	3	2562.69	3	2457.17	4	2270.32	2
3028.56	5	2910.75	6	2768.25	3	2673.69	6	2562.58	3	2442.82	2	2252.34	2
3024.86	4	2909.05	3	2753.20	3	2672.05	5	2558.10	3	2442.30		2229.84	2
3022.89	3	2908.37	5	2745.82	2	2667.86	3	2557.09	3	2442.01		2200.08	2
3002.31	2	2899.38	5	2745.39		2667.40	2						

Tantal.

Das Funkenspektrum des Tantals ist auf Tafel XXXVII, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLV, Nr. 12 (Glasprismenspektrum), Tafel XLIX, Nr. 9, und Tafel LII, Nr. 14 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es wurde mit metallischem Tantal von Siemens erhalten.

Das Funkenspektrum des Tantals ist im blauen, violetten und ultravioletten Bezirk außerordentlich linienreich, wie man aus Tafel XXXVII, Nr. 10, der eine ziemlich lang exponierte Platte zugrunde liegt, ersehen kann. Im sichtbaren Teile finden sich dagegen weit weniger, aber bei längerer Exposition ziemlich kräftig hervortretende Linien, welche zwischen 5944 und 4292 von uns [1]) genau gemessen wurden; über 5944 existieren nur Messungen im Bogen und sind die Zahlen, welche auf Nr. 9 eingraviert sind, sowie jene, die in den folgenden Tabellen bis 6875.50 geführt sind, diesen Messungen entnommen. Diese Linien finden sich daher sowohl im Bogen als auch im Funken. Die Zahlen ab 4292 sind den Wellenlängentabellen (1902) von Exner und Haschek in diesem Bezirke entnommen. Im äußersten Ultraviolett ab 2182.73 sind noch einige Linien auf Tafel LII, Nr. 14, zu erkennen. Die Intensitäten sind unseren Abbildungen des Gitterspektrums, bezw. des Quarzprismenspektrums entsprechend angegeben.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6875.50	2	6333.08	2	5237.64	6	4473.69	3	4110.35	2	3996.30	2	3869.47	2
6866.44	2	6325.23	3	5156.58	3	4473.66		4109.55		3992.63	3	3864.67	2
6813.44	3	6309.78	8	5136.65	3	4459.94	4	4099.57	4	3990.91	2	3833.91	10
6771.94	2	6268.87	4	5037.70	3	4415.87	4	4095.69	4	3990.44		3823.77	2
6755.15	2	6256.81	4	4936.56	3	4403.88	3	4086.3	2	3989.90		3796.33	4
6740.99	3	6154.70	3	4864.74	5	4374.48	4	4086.0		3984.4	3	3795.40	5
6684.26	2	6047.46	2	4832.70	3	4358.30	3	4075.75	3	3981.18	4	3787.40	4
6675.75	5	6045.60	5	4819.69	4	4341.15	2	4073.3	3	3973.22	3	3784.43	4
6673.96	3	6020.92	3	4812.96	5	4338.45	2	4068.05	2	3972.58	1	3783.10	2
6621.45	4	5997.48	5	4781.14	4	4307.01	3	4064.77	2	3970.75	3	3779.31	3
6612.12	6	5944.25	5	4780.01	2	4303.68	3	4061.56	3	3970.25	2	3774.59	3
6516.33	5	5939.99	4	4769.14	5	4294.18	3	4045.2	3	3952.80	2	3764.47	2
6514.57	5	5919.18	3	4756.68	6	4292.19	2	4041.20	2	3952.27	2	3763.59	3
6505.70	5	5882.54	5	4740.31	4	4268.40	3	4041.05	1	3951.63	2	3757.46	2
6485.60	10	5877.61	6	4708.89	8	4267.45	3	4040.62	2	3945.05	2	3757.03	4
6460.09	3	5811.29	5	4683.29	3	4242.9	3	4031.15	3	3936.8	2	3733.50	3
6450.56	8	5780.87	4	4682.04	5	4231.00	5	4030.09	2	3935.70	2	3722.10	4
6446.07	4	5776.93	4	4619.65	2	4208.55	3	4027.06	2	3922.97	3	3718.75	2
6444.83	3	5688.33	3	4583.28	2	4206.00	4	4016.4	3	3922.61	2	3695.52	2
6430.98	8	5665.07	4	4579.56	3	4179.5	3	4015.4	2	3918.66	2	3694.70	5
6428.83	4	5646.08	4	4574.50	3	4177.11	5	4014.7		3917.80	2	3692.04	5
6389.66	6	5599.60	2	4566.02	3	4161.31	5	4013.40	2	3905.30	2	3689.87	3
6361.06	3	5519.10	4	4530.96	5	4148.04	3	4012.27	2	3889.60	3	3676.26	4
6356.32	3	5461.51	2	4511.15	4	4136.35	3	4006.96	2	3888.7	2	3673.45	4
6341.33	3	5402.74	5	4489.56	4	4129.53	3	3999.43	3	3870.8	4	3668.30	2

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1092.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3667.20	4	3407.09	4	3194.99	4	2976.40	5	2710.85	3	2528.65	2	2398.45	2
3666.70	2	3406.81	3	3189.35	2	2969.20	3	2709.39	6	2527.45	2	2398.20	
3662.46	5	3403.14	4	3185.33	2	2966.06	4	2704.11	4	2526.13	3	2390.37	2
3649.5	3	3398.50	5	3184.70	2	2965.71	2	2702.88	4	2518.75	3	2388.50	3
3645.50	3	3388.45	4	3181.10	4	2965.32	6	2694.63	6	2517.7	2	2387.20	7
3644.45	3	3385.20	4	3173.76	2	2956.97	5	2689.36	3	2516.23	2	2384.44	3
3642.19	2	3383.94	3	3173.05		2956.57	2	2685.26	7	2514.03	3	2383.85	3
3641.65		3379.69	5	3168.33	4	2953.11	3	2680.79	3	2513.23	2	2381.68	5
3632.10	2	3376.64	5	3166.86	2	2952.05	3	2680.19		2511.78	2	2381.25	
3631.30	4	3372.98	3	3166.51		2950.03	2	2678.90	3	2510.83	2	2378.40	3
3628.81	4	3371.70	2	3163.96		2945.69	2	2675.50	6	2507.20	3	2374.03	3
3626.74	2	3368.57 [1])	4	3163.56	3	2943.20	4	2675.4	3	2505.45	3	2372.90	3
3624.31	3	3363.85	3	3163.26		2942.24	4	2672.62	3	2503.17	4	2371.16	
3614.69	3	3363.55	2	3158.05	4	2933.66	3	2665.71	4	2502.13	4	2370.85	3
3613.56	2	3358.95	3	3157.76	4	2922.41	4	2664.35	4	2498.46	3	2370.45	
3611.25	2	3349.55	5	3156.82	4	2922.28		2661.45	3	2496.37	3	2367.81	3
3610.75	4	3349.31	4	3155.34	4	2919.10	4	2659.53	3	2492.30	2	2367.35	
3610.11	4	3349.16	4	3153.93	3	2914.86	3	2658.96	4	2492.14		2364.38	5
3593.93	2	3341.9	2	3151.79		2914.18		2658.25	3	2490.55	4	2359.90	2
3593.75		3341.04	2	3151.29	2	2913.57	2	2656.69	3	2490.43		2359.23	2
3579.60	4	3340.10	5	3150.68		2907.50	2	2653.39	3	2488.83	6	2357.02	3
3579.22	2	3335.33	2	3145.03	2	2905.39	5	2651.34	4	2487.77	3	2356.15	3
3573.60	5	3335.13		3143.07	4	2900.90	4	2647.56	2	2482.72	3	2353.96	3
3571.70	2	3333.25		3142.6	2	2899.18	2	2646.90	3	2481.98	3	2352.12	3
3571.31	1	3332.85	3	3141.54	4	2895.65	3	2645.20	3	2481.3	2	2348.66	3
3565.76	6	3332.55		3137.58	4	2877.78	4	2644.70	5	2476.80	3	2343.75	5
3564.96	1	3331.19	7	3136.02	5	2867.53	6	2639.20		2475.46	4	2342.64	3
3564.40	3	3322.50	2	3132.80	3	2865.83	2	2638.78	3	2473.45	2	2341.73	3
3558.95	5	3318.97	4	3132.02		2865.45		2638.04		2473.25		2341.05	3
3551.27	5	3314.57	3	3127.90	5	2858.55	5	2635.70	5	2471.03	4	2340.15	3
3551.01	3	3314.21		3124.88	2	2852.45	4	2633.89	4	2468.52	2	2338.75	2
3542.42	3	3311.30	4	3122.49	2	2851.14	4	2630.64	3	2467.48	3	2338.39	
3542.05	3	3285.77	2	3113.04	3	2844.59	6	2628.95	3	2467.10		2335.85	3
3528.90	2	3285.25	2	3110.93	3	2843.63	4	2619.1	2	2463.93	4	2335.00	3
3528.77	2	3281.40	3	3101.18	5	2840.51	3	2612.71	3	2461.16	3	2334.25	3
3525.7	3	3281.02	3	3095.50	2	2838.36	4	2607.92	4	2458.39	3	2332.30	4
3523.31	4	3275.81	4	3094.72		2835.9	3	2606.53	3	2454.07	3	2332.10	
3520.65	6	3275.09		3088.13	2	2832.84	2	2603.61	5	2449.91	4	2324.05	3
3511.18	4	3271.30	3	3087.85		2828.70	5	2598.30	3	2449.53	3	2319.21	3
3503.85	3	3269.44	2	3083.52	3	2827.65	4	2596.56	3	2447.26	3	2315.53	3
3503.03	2	3269.32		3078.27	3	2823.95	3	2596.25	2	2444.76	5	2312.72	3
3501.55	3	3263.54	4	3074.28	2	2819.26	2	2595.70	3	2444.25	4	2311.27	3
3499.28	3	3261.69	4	3074.05		2817.21	5	2594.35	2	2441.94	3	2303.59	2
3493.24	4	3241.08	6	3069.36	2	2814.45	4	2593.81	3	2440.14	3	2303.03	
3487.96	3	3238.67	2	3063.93	4	2811.85	4	2589.89	3	2438.71	3	2302.33	2
3487.5	3	3238.00		3063.69	2	2797.85	6	2584.62	4	2438.29	3	2301.57	2
3487.3	3	3234.68	3	3060.82	2	2791.50	4	2584.15	5	2436.59	3	2296.93	3 + C
3487.01	2	3234.09	1	3060.43		2785.07	4	2581.70	2	2433.66	3	2292.64	3
3480.66	4	3230.05	4	3056.75	6	von 2780.99 [2])		2580.72	2	2432.80	6	2289.23	3
3474.46	2	3228.85	4	3052.82	4	bis 2778.95		2579.15	3	2431.14	3	2285.39	2
3474.37	2	3228.60		3042.60	5	2775.21	4	2578.35	3	2430.21	3	2272.73	3
3471.15	5	3227.07	3	3042.20		2774.67	2	2577.49	5	2429.75		2271.98	3
3468.83	3	3223.96	3	3037.63	5	2774.33	2	2576.55	2	2428.55	3	2267.63	2
3465.50	3	3221.41	2	3031.38	2	2771.95	4	2569.22	3	2425.99	4	2262.41	3
3464.06	2	3219.33	2	3027.73	3	2763.47	4	2558.44	2	2425.55	3	2261.74	2
3463.91	2	3217.48	2	3022.75	2	2762.20	3	2557.80	4	2421.95	4	2261.54	2
3461.78	4	3217.05		3020.35	2	2761.80	5	2556.60	3	2418.97	2	2255.87	3
3447.00	6	3214.07	5	3012.71	5	2755.87	5	2555.00	2	2418.84	3	2250.90	3
3439.16	5	3211.0	2	3010.95	4	2752.61	5	2554.72	3	2418.15	2	2239.55	3
3434.62	2	3209.92	3	2999.59	4	2750.50	4	2553.29	3	2417.93	4	2227.93	3
3434.53	2	3209.19		2997.45	2	2740.80	3	2551.83	2	2417.45	2	2215.18	
3431.10	6	3205.12	4	2996.67		2740.23		2545.62	3	2417.21	2	2214.65	3
3424.6	3	3199.35	4	2989.7	2	2739.35	4	2544.49	3	2416.96	3	2214.46	
3421.95	2	3199.06	4	2988.75	2	2735.35	4	2542.46	2	2408.34	4	2196.33	3
3416.00	2	3198.80	2	2986.95		2727.55	6	2538.07	3	2403.80	3	2193.97	2
3415.40	3	3196.64	3	2978.88	2	2725.53	5	2534.16	3	2402.25	3	2192.32	1
3414.30	3	3196.20		2978.33		2723.96	4	2532.22	3	2400.74	10	2182.73	1
3407.56	4	3195.40	2	2977.16	2	2714.79	3						

[1]) Fällt mit noch drei anderen Linien zu einer breiten Linie zusammen.

[2]) Fünf schwache Linien, welche zu einer stärkeren Linie zusammenfallen.

Chrom.

Das Funkenspektrum des Chroms ist auf Tafel XXXVII, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVI, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), dann auf Tafel XLIX, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), und auf Tafel LII, Nr. 11, abgebildet. Das Präparat, welches sich als sehr rein erwies, wurde mit metallischen Chromelektroden von Moissan in Paris hergestellt. Im sichtbaren Teile treten ab 5800 einzelne Chromlinien sehr kräftig hervor. Im blauen, violetten und insbesondere im ultravioletten Teile zwischen 3400 und 2400 sind die Linien so dicht, daß in der Abbildung des Gitterspektrums oft fünf und mehr Linien scheinbar zu einer einzigen zusammenfallen. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Zahlen sind unseren Wellenlängenmessungen [1]) des Chromfunkenspektrums in dem Bezirke von 6661 bis 4338, von da ab jenen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) entnommen. Bei Angabe der Intensitäten wurden die Abbildungen des Gitterspektrums und für das Ultraviolett ab 2660 jene des Quarzprismenspektrums in Betracht gezogen.

Die Linien des Funkenspektrums im äußersten Ultraviolett, soweit dieselben mit Hilfe eines Quarzprismenapparates an der Luft photographiert werden können, sind auf Tafel LII, Nr. 11, abgebildet. Die dieser Abbildung zugrunde liegende Aufnahme wurde bei entsprechend langer Expositionszeit mit einem eigens für diesen Bezirk eingestellten Quarzprismenapparat erhalten und zeigt, daß sich unterhalb 2227 noch zahlreiche und zum Teil sehr charakteristische Chromlinien vorfinden, deren Wellenlängen zum Teil noch nicht genauer gemessen wurden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6661.36	2	5300.92	4	4708.21	4	4497.10	10	4058.96	3	3678.04	4	3380.02	5
6419.11	2	5298.46	20	4698.67	5	4489.64	2	4039.25	3	3677.86	2	3379.54	3
6380.15	3	5296.87	8	4697.25	2	4488.23	2	4038.19	3	3665.10	3	3378.51	5
6370.98	2	5280.40	5	4694.09	2	4483.04	2	4012.67	4	3650.54	3	3368.19	15
6363.11	3	5276.21	3	4689.56	3	4465.53	5	4003.48	3	3649.19	3	3361.96	3
6330.34	4	5275.32	8	4669.51	3	4459.90	4	3993.02	3	3642.01	3	3360.50	8
6305.97	3	5272.18	2	4666.75	3	4458.70	3	3991.84	2	3639.98	5	3358.63	6
6179.42	2	5265.97	4	4664.99	3	4430.80	3	3991.30	4	3636.75	3	3357.54	4
6159.05	8	5264.33	5	4664.03	3	4424.45	3	3990.15	3	3631.76	8	3353.27	3
6089.98	3	5255.31	4	4663.53	2	4403.63	2	3984.51	2	3613.37	3	3349.50	3
6053.74	3	5247.73	4	4651.48	6	4391.93	2	3984.09	5	3605.48	15	3347.99	6
5867.17	2	5243.53	2	4646.33	10	4385.15	10	3979.66	3	3603.92	10	3342.78	8
5853.44	2	5237.50	7	4634.30	5	4374.34	3	3976.83	8	3601.81	3	3340.00	8
5791.17	10	5225.22	4	4626.37	5	4371.44	10	3969.92	8	3593.63	10	3336.49	5
5788.15	6	5222.86	2	4622.66	3	4363.30	4	3969.21	2	3585.64	3	3335.51	6
5785.95	3	5214.29	2	4622.20	3	4359.80	10	3963.88	8	3585.44	4	3328.50	3
5785.18	3	5208.61	30	4619.72	10	4351.96	8	3941.66	3	3578.81	10	3324.47	4
5784.07	3	5206.23	30	4619.05	3	4351.21	5	3928.80	3	3574.96	3	3324.22	3
5783.28	3	5204.70	30	4616.90	4	4346.99	3	3921.20	3	3566.25	3	3314.77	3
5753.84	2	5200.35	2	4616.29	8	4344.69	5	3919.36	5	3558.8	3	3314.23	2
5712.98	3	5196.61	4	4613.52	5	4339.91	5	3908.91	3	3512.00	4	3312.37	3
5702.53	3	5192.17	3	4600.94	5	4339.61	5	3903.09	3	3495.68	3	3312.10	
5698.56	3	5184.74	3	4595.75	4	4337.74	10	3894.21	3	3495.53	3	3310.86	4
5694.94	3	5177.62	2	4592.23	6	4318.83	3	3886.97	3	3484.29	3	3307.21	7
5664.26	2	5166.43	5	4591.59	3	4318.1		3885.39	3	3475.28	4	3295.61	5
5620.93	3	5139.82	4	4588.38	15	4297.94	2	3883.48	4	3472.23 [2])	4	3291.90	4
5587.59	3	5067.88	2	4580.22	5	4289.89	15	3854.40	3	3459.43	3	3286.06	3
5570.38	4	5013.48	2	4571.95	3	4284.39	3	3850.20	4	3457.78	4	3283.19	2
5480.69	3	4954.98	4	4571.89		4280.59	3	3849.64		3455.74	2	3270.35	3
5478.56	4	4936.52	3	4569.79	4	4274.95	15	3849.52		3455.4	3	3269.95	2
5464.17	3	4922.44	5	4565.73	5	4263.30	3	3849.15		3455.11	3	3269.30	2
5421.08	2	4887.19	3	4564.35	3	4262.06	3	3841.46	3	3447.57	3	3264.42	3
5410.00	20	4876.55	4	4558.80	15	4254.50	20	3816.35	2	3445.74	3	3258.90	3
5407.39	3	4871.02	4	4555.24	6	4242.51	5	3815.60		3441.57	3	3250.8	3
5405.20	2	4864.50	3	4546.14	8	4225.01	3	3805.00	4	3434.23	2	3249.70	
5400.73	4	4862.04	2	4544.80	8	4209.51	3	3768.40	3	3433.73	2	3238.92	6
5391.52	3	4848.42	5	4540.88	10	4208.50	3	3757.83	3	3433.45	5	3234.20	6
5390.58		4829.54	4	4540.66	3	4191.45	3	3754.75	2	3422.89	15	3219.29	3
5387.17	3	4801.22	2	4539.95	3	4179.57	2	3749.16	3	3421.33	10	3217.60	8
5371.64	4	4792.71	3	4535.90	9	4179.44	3	3748.80	2	3408.90	15	3216.70	3
5348.51	15	4789.55	4	4535.32	3	4174.99	3	3744.06	3	3403.49	10	3209.31	8
5345.98	15	4764.50	4	4527.62	6	4165.71	3	3743.71		3402.60	4	3205.24	3
5338.03	2	4756.31	8	4526.65	5	4163.81	4	3738.53	3	3399.69	2	3201.40	2
5335.10	5	4752.29	4	4521.31	3	4161.61	3	3715.58	2	3395.77	3	3200.57	2
5329.35	3	4737.58	4	4514.67	3	4154.00	4	3715.33		3394.51	4	3197.21	10
5328.50	30	4730.90	4	4512.10	4	4145.96	4	3713.12	6	3394.02		3183.48	4
5313.85	5	4727.36	2	4501.29	2	4126.70	4	3698.16	3	3393.20	5	3181.60	2
5310.89	2	4724.60	2	4500.45	2	4076.12	4	3686.88	3	3391.61	5	3180.88	8
5308.60	3	4718.61	8	4498.89	3	4071.11	3	3684.41	2	3382.82	7	3172.21	4

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 1082.

[2]) Fällt mit mehreren Linien zusammen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3169.35	3	2994.89	3	2876.39	3	2782.48	3	2718.48	8	2614.72	3	2419.50	2
3152.31	3	2992.60	3	2876.06	5	2781.20	3	2718.2	2	2610.93	3	2416.48	3
3150.22	2	2989.33	10	2873.96	3	2781.02	3	2717.59	4	2610.2		2397.85	2
3149.93		2985.48	10	2873.60	3	2780.42	6	2712.41	6	2608.00	3	2394.10	3
3147.30	5	2979.88	10	2870.54	5	2778.17	5	2711.01	5	2596.20	3	2389.86	2
3145.86	2	2976.83	3	2867.75	5	2774.56	4	2709.41	5	2595.67	2	2381.59	3
3145.20		2972.02	10	2867.24	2	2773.42	3	2708.90	5	2590.87	3	2366.89	3
3140.31	3	2966.17	5	2866.85	5	2772.47	3	2703.95	3	2589.80	2	2365.29	2
3136.79	5	2961.85	5	2866.03	2	2772.03		2703.64	6	2584.20	3	2345.41	3
3135.82	3	2953.81	4	2865.46	2	2768.68	4	2701.30	3	2578.40	3	2333.56	2
3135.46	3	2953.47	3	2865.22	2	2766.62	10	2701.21	3	2573.66	3	2324.99	4
3134.45	3	2949.55	3	2862.69	8	2766.00	2	2698.94	4	2571.89	3	2320.20	2
3132.20	10	2946.92	4	2861.05	5	2765.70	2	2698.76	4	2563.70	3	2319.49	2
3128.79	5	2942.09	3	2859.02	4	2765.59	2	2698.52	4	2563.45	2	2319.15	2
3125.11	10	2940.36	3	2858.75	2	2765.15	2	2698.01	5	2562.60	2	2314.82	2
3122.72	3	2939.57	3	2858.07	2	2763.70	2	2697.60	4	2559.92	2	2314.73	2
3121.96	2	2937.05	3	2857.50	3	2762.85	2	2696.86	2	2555.65	3	2307.28	2
3121.33	2	2935.25	5	2856.86	3	2762.70	8	2693.62	6	2551.70	3	2300.59	2
3121.17	2	2934.4	2	2855.75	8	2760.61	2	2692.22	3	2548.67	3	2297.27	2
3120.50	10	2934.07	3	2855.15	2	2760.49	2	2691.15	8	2548.15	2	2295.64	2
3118.80	8	2932.82	3	2853.35	3	2760.4	2	2689.28	3	2543.23	2	2290.76	2
3115.76	2	2930.96	3	2851.49	7	2760.15	2	2688.40	10	2542.88	2	2284.58	2
3115.40		2929.55	3	2849.94	8	2759.83	3	2687.18	7	2538.42	6	2276.56	2
3108.79	3	2928.45	3	2846.80	3	2759.50	4	2678.88	8	2534.42	3	2275.60	2
3107.70	3	2928.27	3	2846.50	3	2759.08	4	2677.27	10	2530.30	2	2273.50	2
3103.60	4	2927.20	5	2843.35	10	2757.81	8	2675.79	3	2530.06	4	2258.15	3
3096.25	5	2926.28	3	2840.14	6	2757.04	2	2672.94	6	2523.75	2	2256.15	2
3093.61	5	2923.60	2	2838.90	3	2756.39	3	2672.50	2	2523.40	4	2251.62	2
3088.00	3	2921.94	3	2838.00	2	2754.39	3	2671.95	8	2518.41	3	2244.21	2
3077.90	2	2921.35	3	2835.71	15	2754.00	2	2670.40	2	2516.72	3	2237.65	2
3077.34		2915.35	3	2834.40	4	2753.75	2	2670.21	3	2515.20	3	2235.97	2
3067.28	3	von 2911.82	4	2832.59	3	2751.96	10	2668.83	5	2513.82	3	2226.78 [2])	3
von 3059.61 [1])	3	bis 2910.78	3	2830.63	10	2750.81	10	2668.07	2	2493.39	2	2203.32	2
bis 3054.02	3	2904.09	3	2826.29	3	2749.88	2	2666.19	8	2492.99	2	2198.70	2
3050.27	10	2899.59	3	2822.53	10	2749.02	8	2665.8	2	2492.75	2	2198.01	2
3047.86	2	2899.26	2	2822.18	5	2746.26	4	2663.8	3	2489.41	3	2191.71	2
3047.74		2898.65	5	2818.48	8	2745.04	3	2663.59	5	2483.90	3	2190.90	2
3041.86	5	2897.81	3	2816.92	4	2744.66	2	2661.85	3	2483.18	3	2185.10	3
3041.03	10	2896.88	3	2812.12	10	2743.70	7	2661.49	3	2479.90	3	2183.80	3
3033.05	3	2896.52	5	2808.14	3	2742.12	7	2659.05	2	2472.96	2	2171.20	4
3028.23	4	2891.24	4	2800.89	8	2740.17	3	2658.70	4	2469.22	2	2170.78	
3026.81	8	2889.96	2	2800.30	2	2739.84	1	2653.69	5	2466.7	2	2150.82	3
3024.52	3	2889.62	3	2798.81	3	2739.5	3	2631.10	3	2454.55	2	2144.30	3
3021.73	3	2889.30	3	2792.26	7	2727.32	5	2628.10	3	2450.03	2	2141.29	3
3015.62	5	2888.85	3	2789.51	3	2724.12	4	2626.89	2	2449.73	2	2135.49	2
3013.84	3	2882.01	5	2787.71	4	2723.69	5	2623.48	3	2438.55	3	2134.65	3
3005.19	3	2880.99	5	2786.58	3	2722.83	5	2620.63	2	2433.31	2	2133.57	3
3004.04	3	2878.54	2	2785.82	6	2720.37	2	2619.73	2	2419.98	2	2132.75	3
2996.74	3	2878.06	3	2782.70	2	2720.17	3	2616.30	3				

Molybdän.

Das Funkenspektrum des Molybdäns ist abgebildet auf Tafel XXXVIII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel XLVI, Nr. 2 (Glasprismenspektrum), und auf Tafel XLIX, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum). Es wurde mittels metallischen Molybdänelektroden von Moissan in Paris, welches Material sich relativ rein erwies, erhalten. Als Verunreinigung ist das Calcium zu erwähnen, dessen Hauptlinien 3969 und 3934 ziemlich deutlich hervortreten. Das Funkenspektrum des Molybdäns ist insbesondere im ultravioletten Teile ab 3500 außerordentlich linienreich, so daß es bei etwas reichlicher Exposition, wie dies bei der Gitterspektrumabbildung der Fall war, ziemlich verworren aussieht. Dagegen kommt dieser Teil infolge der größeren Dispersion des Quarzprismenapparates (Tafel XLIX, Nr. 6) in dem Bezirke ab 3000 klarer zum Ausdruck, trotzdem auch bei der dieser Abbildung zugrunde liegenden Aufnahme reichlich exponiert wurde. Im sichtbaren Teile treten einige Hauptlinien sehr deutlich und markant hervor und es können diese Linien daher zum Nachweis des Molybdäns, wenn es als Verunreinigung anderer Elemente auftritt, mit Vorteil benützt werden. Die in der nachfolgenden Tabelle angeführten Wellenlängen der Molybdänfunkenlinien im Spektralbezirke von 6746.49 bis 4626.64 sind unseren eigenen Messungen [3]) entnommen, ab 4600 siehe Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902).

[1]) Fällt mit mehreren Linien zusammen.

[2]) Von hier ab nur auf Tafel LII zu sehen.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 521 und 1088.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6754.26	2	4708.43	7	4084.52	3	3591.84	3	3307.56	3	3144.75	2	2977.89	2
6746.49 ¹)	2	4707.44	3	4081.61	4	3589.69	3	3297.82	3	3143.19	3	2977.02	2
6734.14	2	4694.18	4	4081.22	1	3586.06	2	3296.75	3	3141.90	3	2975.76	2
6650.54	3	4688.39	4	4070.09	5	3585.84	4	3296.55	2	3141.50	3	2975.52	3
6619.29	5	4686.28	3	4062.24	3	3582.87	4	3296.4	2	3138.89	4	2972.76	5
6424.49	3	4686.00	2	3986.36	2	3582.58		3292.49	10	3136.60	4	2972.03	4
6357.39	2	4672 12	2	3968.84	2+Ca	3582.04		3290.91	6	3132.77	2	2968.90	2
6030.83	10	4662.94	3	3961.62	8	3557.10	2	3289.15	2	3132.66	2	2967.13	3
5988.31	2	4656.56	3	3953.09	2	3548.11	3	3287.35	3	3130.20	3	2965.40	3
5929.19	4	4626.64	4	3943.19	3	3546.17	3	3284.77	3	3123.56	2	2963.92	4
5905.56	2	4610.03	3	3942.90		3542.59	2	3283.06	3	3122.11	10	2062.32	2
5896.15	3	4595.31	3	3941.69	6	3542.33		3279.01	3	3116.20	8	2961.49	3
5888.57	9	4576.65	3	3925.99	3	3537.43	2	3276.47	4	3111.77	3	2960.34	3
5869.56	3	4553.68	2	3925.80		3537.26		3274.75	3	3110.97	3	2957.02	5
5858.50	8	4553.45		3919.59	2	3534.89	3	3271.82	4	3107.66	2	2956.18	3
5792.12	7	4536.98	4	3915.60	2	3533.21	2	3271.05	2	3101.21	2	2955.93	3
5751.66	6	4535.60	2	3908.76	2	3524.80	8	3269.11	2	3099.39	2	2955.26	2
5722.97	4	4535.02		3903.12	7	3522.24	2	3267.79	3	3098.59	3	2954.06	3
5689.38	6	4524.51	2	3883.10	2	3521.58		3267.01		3097.80	2	2952.09	2
5650.42	4	4519.75	2	3882.46		3515.82	2	3262.33	3	3092.24	5	2947.47	3
5632.72	5	4517.26	2	3871.56	3	3504.55	3	3258.83	3	3087.71	10	2946.83	4
5611.36	2	4512.29	2	3864.24	8	3502.09	4	3255.39	2	3082.34	3	2946.10	4
5570.67	10	4506.13	2	3861.41	2	3500.10	2	3254.83	3	3081.80	2	2944.97	8
5533.28	10	4491.46	2	3857.30	2	3499.21	2	3253.89	6	3077.75	8	2943.50	2
5506.71	10	4485.11	2	3833.91	2	3488.28	2	3252.47	2	3974.76	2	2941.37	5
5473.65	3	4474.78	4	3833.65	3	3485.86	3	3250.91	3	3074.46		2940.21	3
5435.94	2	4468.43	2	3829.01	2	3484.70	3	3248.35	2	3073.36	3	2938.70	2
5394.78	2	4457.52	3	3812.40	3	3469.33	2	3240.88	5	3070.75	2	2936.89	3
5364.49	3	4452.20	3	3811.99		3452.95	3	3237.96	3	3069.34	2	2935.80	2
5360.75	8	4449.90	3	3798.41	10	3451.90	2	3235.49	2	3060.95	3	2935.33	
5314.11	2	4442.40	2	3786.52	3	3450.72	2	3235.14		3058.00	3	2934.41	5
5281.07	2	4435.11	4	3783.32	2	3449.20	2	3233.26	2	3053.59	3	2930.89	2
5279.86	2	4433.70	5	3782.23	4	3448.65		3229.81	4	3052.43	3	2930.60	4
5259.22	3	4426.87	2	3755.63	4	3447.25	3	3226.70	3	3048.95	3	2930.20	2
5245.70	2	4412.94	1	3748.26	2	3446.25	6	3223.05	2	3048.40	2	2827.65	4
5241.10	4	4412.41	2	3746.58	2	3445.63	3	3216.20	3	3048.15	2	2926.84	2
5238.39	5	4411.88	5	3744.55	2	3435.52	5	3214.52	3	3044.94	2	2926.30	4
5219.60	2	4407.58	2	3742.49	4	3432.40	3	3213.27	2	3043.56	2	2925.53 ²)	4
5200.39	2	4381.82	6	3741.90	1	3422.96	5	3212.10	2	3041.13	2	2924.45	6
5181.77	4	4377.92	7	3728.64	2	3416.30	2	3209.85	2	3039.19	3	2923.50	10
5174.37	2	4363.82	7	3720.38	1	3406.06	2	3209.00		3035.02	3	2922.85	2
5173.13	2	4358.48	4	3719.91	2	3402.97	8	3205.05	2	3033.45	5	2918.98	3
5171.40	2	4326.91	2	3717.04	2	3395.49	2	3201.64	2	3027.90	3	2913.89	5
5163.42	2	4326.30	3	3714.09	2	3392.01	5	3200.40	2	3023.43	5	2912.02	10
5145.60	2	4311.82	3	3702.72	7	3384.74	2	3198.54	2	3021.75	3	2909.20	8
5109.96	2	4311.22	2	3692.82	10	3384.12		3196.04	4	3020.81	2	2907.21	3
5080.25	2	4294.05	2	3690.76	2	3380.40	3	3194.12	3	3018.66	4	2903.19	10
5060.05	3	4293.40	3	3690.50		3379.90		3192.25	3	3014.29	5	2900.90	3
5014.82	2	4292.30	3	3688.49	10	3376.81	2	3187.72	4	3008.29	5	2898.55	2
4979.34	3	4289.56	2	3684.35	3	3371.81	4	3186.52	2	3004.56	4	2897.78	2
4950.84	2	4288.78	4	3680.81	3	3370.68	2	3185.72	2	3000.42	3	2897.52	
4868.21	6	4279.20	6	3670.87	3	3368.10	6	3183.10	4	2998.10	2	2896.51	2
4858.46	2	4277.43	4	3664.99	2	3363.94	2	3178.09	2	2997.47		2894.52	5
4853.82	2	4277.08	3	3659.50	2	3363.13		3176.47	6	2996.41	2	2892.91	3
4830.70	7	4269.43	2	3659.08	3	3360.42	2	3175.19	6	2995.67	3	2891.42	2
4819.46	7	4250.85	6	3658.41	3	3358.25	2	3172.90	4	2995.43		2891.10	4
4811.30	4	4244.92	4	3652.61	2	3357.20	2	3172.45	2	2993.67	2	2888.26	4
4785.35	2	4232.77	5	3652.45	2	3349.06	2	3172.18	3	2993.00		2887.07	2
4783.15	2	4209.81	3	3651.30	5	3347.40	3	3170.51	2	2990.00	2	2885.88	2
4775.86	3	4188.47	4	3635.38	15	3347.14	1	3170.09	2	2988.72	2	2882.48	3
4774.44	2	4185.97	3	3624.62	2	3346.54	4	3159.35	2	2988.09	3	2879.80	2
4773.62	2	4171.95	3	3623.90	3	3346.25	2	3159.04	2	2987.47	3	2879.15	8
4760.40	10	4171.3		3623.40	1	3344.89	2	3158.30	2	2987.02	3	2874.93	4
4758.70	4	4143.70	5	3623.03	1	3329.37	5	3157.45	2	2986.29	3	2872.99	4
4750.61	4	4122.52	4	3614.85	1	3325.38	3	3156.96	2	2984.99	2	2871.61	10
4742.80	6	4120.26	2	3614.40	3	3321.3	2	3155.76	4	2984.10	3	2869.78	2
4731.66	10	4119.78	4	3612.28	2	3321.07	5	3152.92	8	2983.73	2	2869.29	2
4729.35	3	4107.61	2	3607.07	3	3313.80	5	3151.78	4	2979.90	2	2868.42	2
4718.14	4	4102.30	2	3596.56	4	3313.05	4	3145.86	2	2978.74	2	2868.20	

¹) Diese Linien sind im Drucke ausgeblieben und nur am Negative zu sehen.

²) Bilden in der Abbildung einen breiten Streifen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2866.79	4	2791.62	3	2709.84	2	2602.92	5	2532.40	3	2453.21	2	2344.77	2
2863.87	6	2790.52	2	2706.22	3	2600.25	4	2530.41	2	2440.36	3	2341.69	3
2863.25	3	2785.10	8	2705.03	4	2597.52	3	2529.92		2437.76	3	2340.49	
2859.07	2	2780.12	8	2702.60	2	2597.21	4	2528.95	3	2435.99	3	2332.76	3
2856.10	2	2775.47	10	2702.00		2595.45	4	2527.25	5	2429.49	3	2332.20	
2855.76		2774.50	6	2701.49	10	2593.82	4	2524.78	5	2424.08	3	2330.99	4
2853.68	2	2773.91	2	2699.50	5	2593.47	2	2523.28	2	2422.26	4	2325.60	3
2853.26	8	2770.69	3	2696.90	4	2592.88	2	2522.69		2419.08	3	2324.93	3
2850.78	3	2769.86	5	2695.29	4	2588.88	3	2521.20	3	2412.83	7	2323.99	2
2848.30	10	2763.75	4	2692.70	4	2587.41	2	2518.54	3	2411.90	2	2306.55	2
2844.94	3	2763.35	3	2688.06	7	2587.15		2516.19	3	2411.00		2305.74	
2842.58	3	2762.84	2	2685.86	3	2586.01	5	2515.70	3	2410.15	4	2304.30	3
2842.22		2762.55	2	2684.20	8	2584.27	3	2515.20	2	2407.21	3	2295.02	3
2839.27	3	2758.70	2	2683.30	6	2578.99	4	2514.30	2	2403.78	2	2290.95	2
2836.80	3	2758.60	2	2682.52	2	2578.42	3	2506.27	6	2403.68	4	2290.42	
2835.44	3	2756.14	7	2681.45	4	2576.67	3	2500.55	3	2403.48	2	2290.13	
2835.00	2	2750.15	3	2676.59	3	2574.52	3	2498.38	2	2397.89	2	2289.99	
2834.50	3	2750.0	2	2672.91	10	2572.34	3	2498.20	2	2392.40	2	2289.23	
2832.80	2	2746.40	5	2671.93	5	2571.59	3	2497.91	3	2391.81	2	2281.50	3
2832.18		2743.28	3	2660.69	8	2570.90	4	2497.45	2	2390.89	3	2280.95	
2831.55	4	2742.95		2657.07	3	2568.08	2	2496.14	3	2389.31	3	2276.30	2
2827.86	6	2741.72	3	2655.90	2	2566.31	3	2491.69	2	2387.02	6	2275.72	
2821.94	3	2741.41		2655.20		2564.43	3	2490.12	4	2386.13	3	2275.54	
2817.57	5	2738.69	3	2653.87	2	2562.19	3	2483.75	3	2383.92	3	2275.10	
2816.22	15	2737.93	8	2653.42	6	2559.79	2	2484.86	3	2381.55	2	2269.82	3
2814.77	3	2737.12	5	2651.80	3	2559.25	2	2482.69	3	2381.19	3	2253.26	2
2812.70	2	2733.49	2	2646.57	6	2558.96	4	2481.29	6	2377.16	4	2249.40	2
2811.26	2	2733.19	2	2644.40	8	2557.49	2	2477.61	4	2373.03	3	2239.48	2
2807.81	6	2733.00	3	2640.99	4	2556.86		2474.32	4	2371.31	2	2236.12	2
2807.10	2	2732.75	2	2638.85	7	2555.52	3	2470.12	2	2370.46		2235.75	2
2806.27	2	2730.30	4	2636.74	5	2550.86	2	2469.35	2	2370.33		2221.10	3
2802.46	2	2729.74	3	2633.63	4	2547.65	2	2468.86	3	2367.05	2	2214.40	2
2801.31	2	2728.85	4	2630.80	4	2547.39	3	2467.42	2	2366.38	3	2211.06	2
2800.84	2	2727.06	5	2626.20	3	2544.45	2	2467.06	2	2366.17	2	2197.57	2
2800.45		2713.59	5	2623.51	3	2544.20		2466.74	3	2359.76	4	2190.52	2
2798.99	2	2712.41	4	2619.40	3	2543.72		2461.90	3	2355.54	3	2189.48	2
2798.14	3	2711.58	3	2609.35	4	2542.78	6	2459.83	3	2350.21	2	2184.40	2
2797.1	2	2711.02		2606.69	3	2538.52	10	2457.85	4	2349.96		2179.39	2
2795.00	2	2710.20	2	2605.99	3	2532.77	2	2453.45	2	2347.89	3	2125.98	2
2794.1	2												

Wolfram.

Das Funkenspektrum des Wolframs wurde mittels metallischem Wolfram von Moissan in Paris hergestellt und ist auf Tafel XXXVIII, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), ferner Tafel XLVI, Nr. 3 (Glasprismenspektrum) und Tafel XLIX, Nr. 7 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Funkenspektrum des Wolframs ist insbesondere im Ultraviolett außerordentlich linienreich. Messungen der Linien dieses Spektrums von 6219.73 bis 4294.95 wurden von uns[1]) vorgenommen und sind die betreffenden Zahlen der bei den Aufnahmen noch deutlich sichtbaren Linien in der folgenden Tabelle angeführt. Die Zahlen ab 4294 sind den Exner und Haschekschen Wellenlängentabellen entnommen. Die Genannten haben über 3000 Linien in dem Bezirke von 4645 bis 2041 gemessen, von denen jene in der Tabelle angeführt erscheinen, welche infolge ihrer Stärke oder wegen des Zusammenfallens mehrerer Linien deutlich sichtbar sind. Im äußersten Ultraviolett sind die Linien so schwach, daß sie in den heliographischen Abbildungen der betreffenden Tafeln nicht mehr zum Ausdruck kamen. Wir haben trotzdem auch einige dieser Linien angeführt, da sie bei genügender auf diesen Bezirk berechneter Exposition noch deutlich zum Hervortreten gebracht werden können.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6219.73	4	5514.91	6	5054.77	2	4864.84	2	4729.87	2	4588.92	2	4303.54	2
6024.67	3	5492.59	4	5053.47	6	4844.03	6	4712.69	3	4484.34	3	4302.29	7
6013.34	3	5224.85	6	5015.54	3	4809.83	2	4680.68	5	4468.84	3	4294.85	10
5964.89	3	5114.87	2	4982.81	4	4800.11	2	4665.91	4	4348.29	4+N	4274.74	3
5735.32	4	5104.58	3	4959.58	2	4782.58	2	4660.03	4	4343.36	2	4269.57	5
5648.63	5	5071.94	4	4904.69	2	4768.47	4	4658.40	3	4307.83	2	4263.47	3
5597.11	2	5069.34	4	4887.10	5	4757.75	4	4600.10	2	4307.03		4259.52	3

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 1098.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4244.52	4	3628.57	2	3243.15	2	2925.92	4	2724.46	2	2586.05	3	2470.00	2
4241.60	4	3618.61	2	3236.78	2	2925.10	2	2724.19	4	2581.30	4	2468.48	3
4219.51	3	3617.69	6	3233.37	2	2918.72	4	2722.93	5	2579.67	6	2466.62	4
4215.62	4	3613.98	8	3226.72	2	2910.60	2	2719.41	2	2579.39	4	2466.08	2
4207.19	3	3612.01	3	3216.39	2	2904.19	3	2718.97	2	2576.90		2465.76	3
4175.71	4	3610.24	2	3215.71	5	2903.60		2718.11	5	2576.51	2	2465.27	2
4171.31	3	3596.35	3	3215.39	2	2896.56	3	2717.26	2	2576.27		2464.74	3
4170.69	2	3592.59	10	3210.09	2	2896.15	2	2716.94	2	2572.71	2	2460.00	2
4168.89	4	3572.65	10	3206.54	2	2890.76	2	2716.40	4	2572.40	5	2458.67	2
4137.70	4	3570.80	3	3203.49	4	2889.90	3	2715.42	4	2571.73	2	2455.08	
4102.91	5	3555.31	4	3201.70	2	2887.05	2	2712.81	3	2571.57	5	2454.85	2
4081.48	3	3549.23	5	3189.34	3	2884.45	2	2710.90	3	2569.41	4	2453.87	
4074.51	6	3545.39	4	3187.24	2	2879.51	2	2707.20	2	2568.96	2	2451.59	4
4045.75	4	3536.40	3	3180.85		2879.21	2	2706.82	4	2567.72	3	2450.45	2
4015.39	3	3529.70	4	3180.18	3	2878.81	1	2703.59	4	2563.24	5	2449.80	3
4008.93	10	3527.18	2	3179.54		2878.43	2	2703.19	3	2562.75	2	2448.34	4
3983.48	3	3526.98	3	3178.12	3	2868.86	3	2702.22	10	2555.23	3	2448.09	2
3970.96	2	3508.84	5	3177.30	4	2868.05	2	2701.59	3	2554.98	2	2446.52	7
3965.30	3	3503.82	3	3176.08	4	2867.52	2	2700.44	3	2554.76	2	2440.54	3
3955.75	2	3495.41	4	3160.18	5	2866.86	2	2697.80	6	2553.30	3	2435.53	2
3955.43	3	3492.24	2	3152.60	3	2866.44	2	2697.02	3	2552.46	2	2435.10	4
3951.25	2	3491.31	2	3151.72	2	2866.18	2	2694.71	2	2552.22	2	2434.08	3
3948.36	3	3491.10	3	3151.42	4	2859.59	2	2694.50		2551.55	2	2429.87	2
3948.15		3490.51	2	3150.00	5	2856.13	2	2687.09	4	2546.35	3	2429.61	2
3937.15	3	3486.30	4	3146.44	2	2855.64		2683.67	2	2539.98	3	2429.51	2
3936.82	2	3482.05	2	3145.90	4	2853.56	2	2683.32	4	2539.40		2428.85	2
3936.39	1	3475.45	4	3134.02	3	2852.21	3	2679.75	3	2536.07	3	2428.30	2
3935.60	3	3463.67	5	3127.82	2	2834.35	3	2677.89	3	2534.90	5	2427.59	5
3897.11	3	3455.12	3	3126.50	2	2833.76	2	2673.70	4	2534.22	3	2423.95	4
3881.58	4	3452.67	3	3111.27	3	2831.54	2	2670.51	3	2531.08	3	2421.11	4
3877.45	2	3450.04	3	3108.90	2	2831.40		2669.40	4	2529.30	2	2419.46	4
3868.14	5	3440.79	5	3096.00	3	2830.24	4	2666.60	3	2529.00	3	2414.90	3
3851.75	4	3427.53	2	3077.61	10	2822.70	5	2666.20		2527.83		2414.21	2
3847.64	2	3424.60	3	3071.85	2	2821.95	2	2664.44	6	2527.64	3	2411.95	3
3846.38	3	3421.30	3	3067.99	2	2812.36	3	2664.00	2	2527.29		2411.67	2
3842.50	3	3416.76	4	3067.66	2	2809.09	3	2658.13	7	2522.10	6	2411.27	2
3838.61	2	von 3413.66	3	3067.10	2	2808.63		2653.66	2	2518.77	2	2410.56	4
3837.40	2	bis 3412.86		3051.40	4	2806.09	5	2653.55	3	2518.22		2409.59	3
3835.20	4	3406.97	2	3049.98	3	2803.77	2	2647.82	4	2513.55	2	2409.32	
3817.60	4	3406.72		3049.80	2	2801.21	3	2643.41	3	2512.97		2408.36	2
3810.95	2	3402.02	6	3045.32	2	2799.18	6	2643.20	2	2510.58	4	2407.86	
3810.55		3399.06	5	3041.96	2	2790.60	3	2635.48	3	2510.05	2	2405.72	2
3803.85		3383.25	2	3039.71	3	2789.31	2	2634.69	3	2508.10	2	2405.40	
3803.45	3	3382.78		3039.43		2785.76	3	2634.00		2506.16	4	2404.34	3
3803.08		3376.30	8	3036.79	2	2782.29	3	2633.24	2	2500.21	4	2403.54	2
3780.94	4	3363.85	3	3033.85	3	2780.45	2	2632.86		2499.80	4	2403.30	2
3774.31	2	3361.25	5	3024.62	5	2778.83	2	2629.08	3	2499.35	3	2403.15	2
3773.87		3358.74	6	3022.10	4	2778.01		2624.58	2	2497.59	4	2402.55	2
3768.60	4	3349.06	3	3017.55	3	2776.61	5	2623.95	2	2496.78	5	2401.95	3
3760.55	2	3348.50	3	3010.89	3	2774.60	3	2623.23	3	2493.04	4	2400.62	2
3760.26	3	3346.01	3	3009.10	3	2774.20	2	2620.58	2	2490.85	2	2400.45	
3758.08	2	3343.57	6	3000.75	3	2773.99	2	2620.33	4	2490.71		2398.21	2
3753.72	2	3343.25	4	2994.86	3	2768.45	3	2619.29	2	2489.31	5	2398.06	
3745.70	3	3342.61	5	2987.44	2	2767.10	2	2615.52	5	2488.89	6	2397.18	8
3741.89	2	3339.15	2	2986.26	2	2766.44		2613.95		2488.21	3	2396.30	2
3736.39	5	3338.75		2977.71	2	2764.88	2	2613.20	2	2486.55	2	2395.80	3
3716.22	4	3326.33	3	2977.26	2	2764.40	7	2612.79		2485.89		2395.16	2
3708.63	4	3308.50	3	2976.63	2	2761.70	3	2612.35		2484.86	2	2393.27	2
3708.09	3	3304.70	3	2952.38	5	2760.83	2	2609.37	3	2484.51	4	2393.01	4
3694.70	3	3300.96	2	2947.50	2	2742.99	2	2607.11	2	2484.11	3	2390.50	5
3692.03	3	3300.47	1	2947.10	1	2742.56		2606.59	4	2482.71	2	2385.32	3
3682.25	3	3299.88	2	2946.55	3	2740.87	5	2606.40	2	2482.25	2	2384.90	
3672.72	2	3286.70	4	2944.50	3	2740.27	2	2606.20	2	2481.61	3	2382.76	
3658.02	3	3282.82	3	2940.30	3	2739.47	2	2603.13	5	2481.03	2	2382.43	2
3657.71	5	3282.62		2939.86	2	2737.46	3	2602.62		2478.41	2	2381.87	
3646.72	3	3279.09	2	2937.26	2	2734.81	3	2599.89	3	2477.90	4	2378.65	2
3645.75	3	3267.57	2	2936.71	4	2733.52	2	2598.87	4	2477.34	3	2378.17	
3641.57	10	3262.39	4	2935.43	2	2732.25	3	2598.00	2	2475.69	3	2375.86	
3632.10	2	3255.14	3	2935.10	3	2730.01	2	2589.29	6	2471.82	3	2375.10	2
3629.08	2	3243.49	4	2931.99	2	2729.69	4	2586.46	2	2470.91	3	2374.53	

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2372.69	2	2359.27	2	2349.31	3	2328.40	2	2288.59	2	von 2226.86	2	2193.60	1
2372.00		2358.90		2345.72	4	2326.20	6	2282.26	2	bis 2226.00	2	2193.10	
2370.72	3	• 2353.47	4	2343.57	4	2323.20	4	2270.34	4	2216.50	2	2189.93	1
2370.10	4	2353.38		2341.49	3	2315.11	2	2266.24	2	2216.09		2185.85 [1]	1
2369.81	2	2353.04		2341.15		2314.72		2260.14	3	2215.39		2185.47	
2369.02	2	2352.84		2339.22	3	2303.90	2	2249.98	4	2214.89		2163.95	1
2364.30	4	2350.42	2	2335.25	2	2303.40		2248.82	3	2204.58	1	2152.23	1
2363.97	3	2349.89	2	2333.87	2								

Uran.

Das Funkenspektrum des Urans ist auf Tafel XXXVIII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel L, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), und auf Tafel LII, Nr. 12, abgebildet. Die Aufnahmen, welche auf Tafel XXXVIII zu ersehen sind, wurden mit metallischen Uranelektroden von Moissan in Paris hergestellt, während bei der Aufnahme mittels des Quarzprismenspektrographen Urannitrat auf Kohleelektroden benützt wurde. Das Funkenspektrum des Urans im sichtbaren Teil bis 4700 ist bisher nicht genau gemessen worden. Wie aus der Abbildung Nr. 5 (Tafel XXXVIII) ersichtlich ist, treten die Hauptlinien des Bogens auch hier meistens ziemlich deutlich hervor. Ab 4307 bis 3381 liegen Messungen von O. Lohse [2]) vor, ferner von 4700 bis zirka 2195 solche von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902). Die letzteren haben in diesem Bezirke 5270 Linien gemessen. Wie aus den Spektrumbildern Tafel XXXVIII, Nr. 6, und L, Nr. 10, zu ersehen ist, treten nur bis zirka 3100 einzelne Linien besonders hervor. Im Ultraviolett, insbesondere ab 3100, sind die Linien so dicht und dabei meist so schwach, daß sie fast wie ein einziges Band aussehen. Die nachstehende Tabelle enthält eine Anzahl von Linien, bezw. Liniengruppen, welche in den Abbildungen der Tafeln entweder deutlich oder noch halbwegs gut zu erkennen sind. Die Zahlen von 6677.09 bis 4722.90 sind unseren Messungen im Bogen entnommen [3]).

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6677.09	2	5707.10	3	5117.34	3	4472.55	6	4269.84	4	3998.36	2	3738.23	2
6557.87	3	5691.57	5	5027.56	3	4465.35	3	4269.05	2	3985.95	3	3737.45	
6536.83	3	5654.63	3	4990.28	3	4463.19	4	4267.50	3	3966.73	3	3733.25	2
6511.48	2	5624.31	2	4933.79	2	4434.81	2	4252.65	3	3954.87	3	3732.77	
6470.77	2	5621.69	4	4913.28	3	4434.08	3	4244.53	4	3944.32	2	3723.85	2
6465.21	2	5621.00		4899.41	4	4427.81	4	4241.88	5	3935.52	3 + Ca	3718.25	2
6449.38	6	5581.81	5	4861.12	3	4423.96	3	4240.80	2	3932.20	3	3706.10	2
6400.52	2	5570.77	4	4858.24	3	4415.46	3	4236.21	3	3914.45	3	3705.72	
6395.66	3	5528.04	6	4819.65	5 v.	4383.77	2	4232.23	2	3899.98	2	3701.68	2
6379.80	3	5511.68	3	4773.55	5	4383.50		4231.86		3896.92	2	3693.89	2
6280.43	3	5504.30	3	4772.85		4373.61	2	4212.47	2	3892.85	2	3682.25	2
6172.05	2	5493.13	7	4769.40	4	4372.95		4211.87		3890.51	3	3678.93	2
6164.81	3	5487.22	3	4756.90	4	4372.78		4204.51	3	3884.83	2	3672.75	2
6067.45	3	5482.70	5	4731.68	4	4371.99		4200.30	3	3881.61	2	3670.26	5
6051.93	3	5481.35	10	4722.90	3	4362.48	4	4179.20	2	3878.23	2	3660.90	2
6017.67	3	5480.47		4689.27	3	4362.23	3	4171.80	3	3874.20	2	3657.50	2
6008.94	3	5475.89	10	4646.85	3	4355.89	3	4165.87	2	3866.08	2	3640.84	3
5986.28	2	5465.83	4	4627.30	4	4354.77	2	4163.90	2	3859.75	4	3633.42	2
5952.17	3	5386.36	5	4620.42	2	4354.53		4155.58	3	3854.80	4	3630.84	3
5915.63	10	5374.16	3	4605.38	2	4347.36	3	4141.45	3	3845.50	2	3626.10	2
5871.15	3	5362.53	2	4603.88	4	4341.89	5	4128.52	3	3831.60	3	3623.21	2
5854.77	3	5352.46	2	4601.38	3	4336.60	2	4124.92	3	3826.65	2	3620.31	2
5837.84	4	5319.57	2	4573.90	4	4335.92		4116.30	3	3814.25	2	3618.65	2
5812.27	2	5312.01	3	4570.11	4	4326.06	3	4106.52	3	3813.94		3616.90	2
5805.35	2	5280.55	3	4567.89	4	4319.97	3	4097.55	2	3797.2	3	3610.87	2
5798.66	8	5278.27	3	4555.30	3	4314.08	2	4090.28	4	3793.24	3	3610.65	
5796.65	3	5257.19	3	4545.76	4	4313.39		4080.79	3	3782.99	2	3609.86	
5780.74	3	5247.84	5	4543.83	7	4299.61	3	4071.30	3	3780.90	2	3606.51	2
5767.59	3	5247.49		4538.37	4	4297.31	3	4067.90	3	3772.97	2	3600.02	2
5765.50	2	5238.75	2	4515.50	5	4288.05	3	4062.72	3	3769.68	2	3595.14	2
5748.93	4	5225.26	2	4510.53	3	4287.10	3	4050.21	3	3759.38	2	3585.05	3
5733.32	4	5205.27	6	4506.42	2	4282.67	4	4044.63	2	3748.90	3	3582.23	3
5723.78	4	5184.69	5	4506.31		4282.25		4026.19	2	3747.34	3	3582.02	
5709.66	3	5160.40	5	4491.02	3	4274.20	3	4017.88	2	3746.60		3576.41	2

[1]) In der Abbildung nicht zu sehen, treten erst bei längerer Exposition deutlich auf.

[2]) O. Lohse, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, Nr. 41, 1902, S. 167.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 77.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3569.25	2	3414.00	2	3252.95	2	3074.62	} 3	2794.05	2	2638.7	} 2	2433.85	2
3566.78	2	3412.50	2	3246.33	3	3074.47	}	2780.89	3	2638.4	}	2418.44	2
3565.93	2	3412.26	2	3244.39	2	3072.91	3	2779.53	} 2	2635.59	2	2403.50	2
3561.95	2	3405.32	2	3232.33	2	3058.05	2	2779.05	}	2631.42	} 2	2397.45	} 2
3552.36	2	3395.73	} 2	3229.65	3	3044.26	3	2776.45	} 2	2631.15	}	2397.20	}
3551.02	2	3395.48	}	3226.33	3	3038.01	3	2775.95	}	2627.62	2	2378.24 }	2
3547.36	} 3	3394.92	}	3224.45	3	3024.57	3	2771.35	2	2601.62	2	2377.91 }	2
3546.90	}	3394.05	}	3218.50	2	3022.31	2	2767.52	2	2591.35	2	2351.96	3
3546.55	}	3390.45	2	3202.95	} 2	3000.90	2	2765.3	2	2587.16	2	2349.70	2
3545.86	2	3386.26	2	3202.65	}	2986.35	2	2762.50	2	2584.9	2	2346.26	2
3540.64	2	3382.11	2	3200.30	2	2976.46	3	2754.27	2	2583.5	2	2341.45	2
3533.75	2	3380.83	2	3196.2 [1]		2971.17	2	2752.03	2	2581.22	2	2338.07	2 + Fe
3531.29	2	3375.95	2	3194.1	3	2956.15	3	2743.50	3	2579.62	2	2337.01	2
3528.87	2	3371.45	2	3188.50	2	2954.92	2	2730.90	2	2572.73	} 2	2326.53	2
3523.77	2	3358.06	2	3184.60	} 2	2943.93	2	2713.57	2	2572.43	}	2325.55	} 2
3520.98	} 2	3354.65	2	3184.15	}	2941.95	2	2707.09	2	2565.52	2	2324.94	}
3520.15	}	3349.56	2	3180.75	} 2	2940.39	2	2704.90	2	2559.30	2	2318.55 }	3
3509.85	2	von 3345.00	2	3180.48	}	2933.33	2	2698.57	} 2	2556.29	2	2318.25 }	3
3495.04	2	bis 3342.83	2	3177.48	2	2923.52	2	2698.15	} 3	2549.43	2	2312.63	2
3493.52	2	3341.83	2	3176.34	2	2910.75	3	2695.60	2	2541.95	2	2311.68	2
3490.43	} 2	3337.93	3	3167.22	2	2908.31	3	2693.88	} 2	2535.65	2	2310.72	} 2
3489.75	}	3330.08	2	3156.22	2	2906.85	3	2693.41	}	2525.46	2	2310.45	}
3482.67	2	3319.46	3	3153.36	2	2904.52	2	2692.49	2	2514.17	2	2306.97	2
3480.49	2	3311.87	2	3149.34	2	2889.69	2	2691.17	2	2500.95	} 2	2305.73	2
3474.75	2	3307.72	2	3147.19 [2]	3	2878.95	2	2686.06	2	2499.68	}	2298.44	2
3473.90	} 3	3306.06	3	3139.69	2	2870.80	2	2683.40	2	2497.05	2	2293.69	2
3473.57	}	3298.06	2	3130.67	} 2	2865.73	2	2682.40	2	2491.03	2	2283.80	2
3463.82	2	3291.51	3	3129.86	}	2859.85	2	2676.50	2	2481.60	} 2	2282.86	2
3457.89	2	3288.38	} 2	3126.28	2	2858.95	3	2675.18	2	2481.10	}	2276.13	2
3457.24	2	3287.63	}	3125.03	2	2851.35	2	2669.31	2	2479.67	2	2274.19	2
3453.72	3	3285.44	2	3119.42	3	2847.50	2	2666.6	2	2476.56	2	2273.46	2
3451.41	2	3277.7	2	3116.02	2	2837.00	2	2664.24	2	2466.80	2	2266.07	2
3436.93	2	3275.6	2	3104.27	3	2832.16	2	2660.00	2	2458.88	2	2265.55	2
3435.65	2	von 3273.45	2	3093.15	3	2821.20	2	2652.95	2	2457.25	2	2248.11	2
3434.42	2	bis 3270.32	2	3088.68	2	2818.05	2	2649.15	2	2454.46	2	2237.54	2
3426.52	3	3265.99	2	3086.13	} 2	2802.65	2	2645.54	2	2444.12	2	2200.80	2
3423.16	2	3259.65	} 2	3085.60	}	2795.30	2	2640.00 [3]		2442.97	2	2194.92	2
3421.85	2	3259.08	}										

Mangan.

Das Funkenspektrum des Mangans ist auf Tafel XXXVIII, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVI, Nr. 4 und 5 (Glasprismenspektrum), und Tafel XLIX, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Der Funken wurde zwischen metallischen Manganelektroden erzeugt. Das verwendete Präparat war Goldschmidtsches Manganmetall. Es erwies sich als mit Eisen und Aluminium etwas verunreinigt. Im sichtbaren Teile des Manganfunkenspektrums wurden von uns [4]) die in der Tabelle angeführten Linien nebst einigen dort nicht angeführten schwächeren Linien gemessen. Da die Aufnahme, welche der Abbildung auf Tafel XXXVIII zu Grunde liegt, etwas kurz exponiert ist, wurde bei Beurteilung der Intensitäten in diesem Teile die Abbildung des Glasprismenspektrums, welche eine kurzexponierte neben einer langbelichteten Aufnahme zeigt, herangezogen. Im Rot treten bereits bei kurzer Belichtung die drei Linien 6013.75, 6016.86 und 6022.02 kräftig hervor und sind deshalb für das Funkenspektrum im sichtbaren Teil sehr charakteristisch. Im Blau, Violett und Ultraviolett besitzt das Funkenspektrum eine große Zahl sehr kräftig hervortretender und charakteristischer Linien, deren wichtigste in der nachstehenden Tabelle enthalten sind. Ein Teil dieser Linien, u. zw. der Bezirk von 4018 bis 3439, wurde von O. Lohse [5]), der Bezirk von 4709 bis 2216 von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) gemessen, welchen Messungen die in der Tabelle angeführten Zahlen entnommen sind.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6491.93	3	5575.47	2	5506.11	2	5413.90	2	5350.09	2	4823.73	8	4761.72	2
6441.26	2	5573.92	} 2	5481.68	2	5407.60	2	5341.32	5	4783.62	8	4754.24	8
6022.02	7	5573.25	}	5470.81	2	5399.72	3	5255.49	3	4766.63 }	4	4739.39	3
6016.86	6	5538.07	2	5432.75	2	5394.91	3	5196.79	2	4766.06 }	3	4727.63	5
6013.75	5	5517.03	4	5420.54	2	5377.81	3	5151.14	2	4762.57	5	4709.94	4

[1]) Vier zusammenfallende schwache Linien.

[2]) Fällt mit vielen anderen Linien in der Abbildung zu einer scheinbar stärkeren zusammen.

[3]) Besteht aus einer Anzahl sehr feiner Linien.

[4]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 520 und 1087.

[5]) O. Lohse, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Nr. 41, 1902, S. 141.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4626.75	2	4111.02	2	3823.69	5	3059.15	2	2722.19	3	2632.47	6	2534.24	2
4502.39	4	4083.82	5	3809.73	5	3051.55	3	2720.01	2	2632.10	2	2533.44	2
4499.07	4	4083.40	2	3806.90	7	3050.77	4	2719.83	2	2625.70	7	2532.89	
4490.25	3	4083.11	5	3790.39	3	3038.61	3	2719.40	3	2624.85	2	2520.67	2
4473.01	2	4079.61	4	3778.46	2	3038.21		2719.09	2	2624.15		2518.27	2
4470.35	3	4079.40		3763.93	2	3035.50	3	2711.70	5	2619.38	2	2516.86	3
4464.85	4	4063.72	4	3750.91	2	3031.19	3	2710.41	3	2619.03		2514.31	2
4462.24	8	4061.91	2	3750.60	3	3020.07	3	2708.52	4	2618.20	8	2510.80	2
4461.25	2	4059.11	3	3737.01	2	2976.60	3	2707.61	3	2610.29	8	2507.74	3
4458.46	5	4055.74	7	3732.11	3	2951.30	3	2705.80	7	2609.64	2	2499.10	4
4457.74	4	4052.65	2	3729.63	3	2949.31	15	2701.80	5	2608.90	2	2497.86	2
4456.00	3	4051.91		3729.03		2943.26	3	2701.28	2	2608.52		2486.25	2
4455.51		4048.92	5	3719.11	3	2939.39	10	2701.11	2	2605.77	10	2472.95	2
4455.20		4045.33	3	3693.86	3	2933.13	10	2695.46	3	2603.81	3	2468.05	2
4453.19	3	4041.52	8	3619.44	3	2922.72	3	2693.70	2	2602.82	3	2466.49	2
4451.75	6	4035.87	4	3610.45	3	2900.30	3	2693.30	3	2599.02	8	2466.29	
4436.52	4	4034.62	8	3608.63	3	2898.82	3	2692.56	2	2593.80	10	2453.25	2
4415.03	5	4033.77	2	3607.69	3	2892.52	4	2692.11		2593.38	2	2452.61	10
4382.93	2	4033.22	10	3578.03	4	2891.47	3	2691.10	3	2591.52	2	2446.55	2
4381.92	2	4031.97	2	3569.96	3	2889.79	9	2688.37	4	2591.33		2441.25	2
4375.14	2	4030.93	10	3569.65	4	2886.80	5	2686.02	3	2590.24	2	2438.30	3
4344.19	3	4026.60	3	3548.30	2	2879.60	5	2684.66	3	2589.80	2	2438.00	3
4326.87	3	4018.31	4	3548.16	2	2873.06	3	2683.96	2	2589.08	3	2437.53	5
4284.29	2	4002.09	2	3547.93	3	2870.23	4	2681.37	4	2584.63	2	2427.85	4
4281.32	3	3987.25	3	3532.26	3	2830.84	3	2680.81		2584.42		2427.51	3
4266.12	4	3986.86		3532.15		2815.18	3	2680.49		2579.00	3	2402.25	2
4257.86	3	3985.39	2	3497.70	5	2812.76	3	2680.09		2576.20	15	2400.37	2
4239.91	4	3982.74	2	3496.95	2	2812.40		2677.95	2	2563.72	5	2387.10	2
4235.43	10	3953.00	2	3496.02	6	2805.48	5	2677.35		2558.67	4	2373.47	2
4220.80	2	3926.70	3	3488.89	7	2795.34	5	2675.61	2	2556.87	2	2361.85	2
4211.93	2	3918.48	3	3483.11	8	2790.14	3	2675.11		2556.65	3	2360.17	2
4206.53	2	3899.48	2	3474.30	9	2782.30	3	2674.87		2553.31	2	2359.54	2
4201.96	2	3898.51		3460.49	10	2776.66	2	2674.56		2553.10		2358.54	2
4190.20	3	3883.42	3	3442.20	15	2775.90		2673.50	3	2548.85	3	2320.55	3
4176.80	3	3844.19	4	3439.12	3	2768.60	3	2672.71	5	2548.40	2	2305.10	2
4148.97	3	3841.26	5	3330.94	3	2761.11	3	2667.11	4	2543.56	3	2299.05	2
4141.24	3	3839.92	4	3248.63	3	2737.65	2	2655.99	4	2543.06		2269.99	2
4137.06	2	3834.52	6	3236.90	3	2737.11		2652.59	3	2538.14	2	2231.74	2
4135.20	3	3834.02	3	3228.20	3	2728.67	3	2651.11	3	2538.04		2230.04	2
4134.77	2	3829.83	2	3139.94	2	2727.63	3	2639.91	5	2534.33	2	2227.53	2
4131.30	4	3824.07	3	3123.23	2	2724.52	3	2638.25	5				

Eisen.

Das Funkenspektrum des Eisens ist auf Tafel XXXVIII, Nr. 9 bis 12 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVI, Nr. 6 und 7 (Glasprismenspektrum), und Tafel XLIX, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet.

Bei den Aufnahmen wurden Elektroden aus chemisch reinem Eisen von E. Merck in Darmstadt benützt, welches Material sich bis auf eine geringe Verunreinigung (Mangan) als sehr rein erwies.

Das Funkenspektrum ist insbesondere im brechbareren Teile außerordentlich linienreich.

Die Dichtigkeit der Linien wächst im Ultraviolett, bei 2326 bricht das Spektrum plötzlich ab und zeigt von da ab, wie aus Tafel XXXVIII, Nr. 10, zu ersehen ist, nur mehr wenige, zumeist sehr schwache Linien. Vom weniger brechbareren Teile liegen Wellenlängenmessungen des Eisenfunkenspektrums vor, welche von uns[1]) durchgeführt wurden. Dieselben reichen von 6678.27 bis 5859.82 und sind die stärkeren Linien in diesem Bezirke, welche sich in der nachstehenden Tabelle verzeichnet finden, diesen Messungen entnommen.

Ab 5863.89 bis 4647.58 liegen keine genauen Messungen der Eisenfunkenlinien vor. Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen sind nach den Aufnahmen im Gitter- und Quarzspektrographen mit der Skale ermittelt und die genauen Zahlen dem Rowlandschen Werke „A preliminary table of solar spektrum wave-lengths" entnommen worden. Ab 4648 wurden bei Zusammenstellung der Tabelle die Exner und Haschekschen Wellenlängentabellen (1902) und unsere[2]) Messungen der Eisenfunkenlinien benützt.

Auf Tafel XXXVIII, Nr. 11 und 12, findet sich das Eisenfunkenspektrum, wie es der in einer Wasserstoffatmosphäre zwischen Eisenelektroden überspringende Flaschenfunken gibt, abgebildet. Diese Abbildung läßt jene Linien, welche in Nr. 9 und 10 derselben Tafel wegen der vorhandenen Luftlinien nicht gut zu erkennen sind, leicht identifizieren. Dafür erscheinen wieder andere Linien, welche im Spektrum des Funkens an der Luft klar hervortreten, dort durch die als breite Bänder auftretenden Wasserstofflinien verdeckt. Die Abbildungen beider Spektren, wie sie auf Tafel XXXVIII abgebildet sind, ergänzen sich daher gegenseitig.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 517.

[2]) Eder und Valenta, Normalspektren einiger Elemente zur Wellenlängenbestimmung im äußersten Ultraviolett, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1899; ferner: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, I. Teil, 1904, S. 383.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6678.27	3	5586.99	10	5250.82	} 3	4983.43	} 2	4376.09	2	3917.31	} 2	3709.40	4
6593.17	3	5576.32	3	5250.19	}	4982.68	}	4369.92	2	3916.86	}	3708.03	3
6569.45	2	5573.08	6	5242.66	3	4978.79	} 2	4352.90	2	3906.61	2	3705.72	4
6546.49	3	5569.85	4	5233.12	10	4978.73	}	4337.22	3	3903.10	4	3704.62	2
6495.26	10	5565.93	1	5230.03	2	4973.28	2	4325.97	10	3899.86	2	3701.24	2
6456.66	4	5563.82	} 1	5227.36	10	4966.27	2	4315.25	3	3898.12	} 2	3695.20	2
6431.09	3	5562.93	}	5218.37	2	4957.79	8	4308.10	10	3898.03	}	3694.16	2
6421.60	3	5555.12	2	5217.55	2	4957.48	5	4299.43	5	3895.80	3	3689.59	2
6417.24	2	5544.16	2	5216.44	2	4946.57	2	4294.32	5	3893.54	2	3687.61	4
6411.94	4	5543.41	3	5215.35	2	4939.87	} 2	4282.59	4	3888.69	4	3686.14	2
6408.29	2	5535.64	3	5208.78	3	4939.42	}	4271.99	10	3887.21	3	3684.26	2
6400.33	10	5535.06	3	5202.52	3	4939.00	}	4271.35	5	3886.45	5	3683.20	2
6393.85	4	5529.38	2	5198.89	2	4924.11	5	4260.70	9	3878.78	4	3682.40	3
6337.12	3	5525.77	2	5195.65	2	4920.69	6	4250.99	6	3878.20	3	3680.09	3
6335.59	2	5507.00	4	5195.11	4	4919.17	5	4250.33	4	3873.94	2	3677.77	2
6318.26	3	5503.29	1	5192.52	5	4910.20	3	4247.62	2	3872.70	3	3669.67	2
6302.78	1	5501.68	2	5191.63	4	4903.50	2	4238.99	2	3867.40	2	3651.61	3
6301.77	4	5497.74	2	5171.78	5	4891.68	8	4236.12	4	3865.75	3	3649.62	3
6265.37	1	5494.68	3	5169.22	7	4890.95	6	4233.81	3	3860.12	5	3647.99	7
6254.49	1	5487.96	} 3	5169.07	5	4878.41	4	4233.33	2	3859.39	2	3645.95	2
6252.79	4	5487.35	}	5167.68	3	4872.33	5	4227.60	5+Ca	3856.55	4	3640.52	2
6247.83	3	5483.31	1	5167.50	7	4871.51	6	4222.42	2	3852.75	2	3638.42	2
6246.57	3	5481.45	} 2	5162.45	3	4859.93	5	4219.52	3	3851.01	2	3632.17	2
6230.94	6	5481.07	}	5152.09	2	4824.33	2	4210 52	3	3850.19	4	3631.62	6
6219.49	1	5476.78	} 4	5151.02	2	4808.87	2	4202.21	5	3846.97	2	3623.33	2
6215.36	1	5476.50	}	5148.41	} 2	4803.07	2+N	4199.27	5	3843.42	2	3622.15	3
6213.63	1	5474.11	2	5148.22	}	4789.85	} 3	4198.46	3	3841.23	5	3621.60	3
6191.78	4	5467.20	} 3	5142.69	} 3	4788.95	}	4191.60	3	3840.61	4	3618.91	6
6157.94	2	5466.61	}	5141.92	}	4787.00	2	4187.94	} 4	3839.40	2	3617.93	3
6137.92	4	5463.49	} 5	5139.64	} 6	4779.63	4	4187.20	}	3834.41	6	3610.30	3
6136.83	4	5463.17	}	5139.43	}	4745.99	2	4185.04	2	3828.00	6	3609.01	6
6103.42	1	5455.83	10	5137.56	2	4741.72	2	4181.92	4	3826.08	7	3606.85	4
6102.42	1	5447.13	6	5133.87	4	4736.96	5	4175.77	2	3824.57	4	3605.61	3
6078.70	1	5445.26	3	5127.53	2	4736.03	2	4156.98	2	3821.33	3	3603.35	3
6065.70	3	5434.74	7	5123.39	3	4733.94	2	4155.00	} 2	3820.61	8	3594.77	2
6056.20	1	5429.91	8	5110.57	} 3	4731.65	2	4154.66	}	3816.00	10	3587.11	3
6024.27	3	5424.29	10	5109.83	}	4728.73	3	4154.10	}	3813.12	3	3586.25	3
6020.38	2	5415.42	8	5107.82	} 3	4707.46	4	4144 03	5	3807.66	2	3585.84	3
6008.81	1	5411.12	5	5107.62	}	4705.13	5	4143.59	3	3806.82	3	3585.48	3
6003.26	1	5405.99	8	5098.89	} 3	4691.60	3	4134.82	2	3805.48	3	3585.10	2
5987.27	1	5404.36	} 8	5098.75	}	4679.03	5	4133.05	2	3799.70	5	3584.80	2
5983.95	2	5404.03	}	5097.18	2	4673.35	3	4132.22	4	3798.64	4	3581.34	10
5930.36	2	5400.71	2	5090.95	3	4668.33	} 4	4120.35	2	3797.65	3	3575.51	2
5914.37	2	5398.49	} 8	5083.52	3	4667.63	}	4118.69	3	3795.14	4	3574.03	2
5884.06	1	5397.82	}	5079.92	} 3	4654.80	} 5	4109.95	2	3790.23	2	3572.13	2
5862.55	3	5397.34	}	5079.41	}	4654.67	}	4107.64	2	3788.01	4	3570.29	10
5859.82	2	5393.38	3	5079.16	}	4630.31	} 5+N	4076.80	2	3786.79	} 2	3565.53	5
5816.60	2	5383.58	10	5074.93	3	4629.53	}	4071.90	8	3786.30	}	3558.69	4
5775.30	1	5371.73	7	5068.94	3	4603.15	2	4063.78	8	3786.05	}	3556.99	2
5763.22	4	5370.17	6	5065.38	} 3	4584.01	4	4045.99	10	3767.36	4	3555.08	4
5753.34	3	5367.67	5	5065.21	}	4556.31	3	4022.02	2	3765.70	3	3553.89	2
5748.18	3	5365.60	} 6	5050.01	2	4549.64	2	4014.69	2	3763.98	5	3542.24	3
5731.98	1	5365.07	}	5048.61	3	4528.80	8	4009.87	2	3760.19	2	3541.24	3
5718.06	1	5362.94	2	5044.39	3+N	4522.82	3	4005.41	4	3758.39	7	3536.68	3
5712.36	} 2+N	5353.57	2	5041.94	} 2	4520.4	2	3998.20	2	3753.75	2	3533.32	2
5712.10	}	5341.21	} 4	5041.26	}	4494.75	4	3997.55	3	3749.62	10	3526.29	2
5706.22	2	5340.12	}	5041.07	}	4482.40	3	3984.14	2	3748.40	4	3526.19	2
5701.77	1	5328.75	2	5027.31	2	4476.19	4	3977.90	2	3746.04	4	3521.42	3
5662.74	3	5328.24	10	5022.41	2	4466.70	4	3969.43	5+Ca	3745.70	5	3513.98	3
5659.05	} 4	5324.37	9	5018.63	8	4461.81	2	3967.60	} 2	3743.52	6	3497.99	3
5658.75	}	5316.79	6	5015.12	} 2	4459.27	3	3966.79	}	3738.42	2	3497.25	2
5655.72	} 2	5307.54	2	5014.46	}	4447.85	3+N	3966.25	}	3737.28	6	3493.64	2
5655.40	}	5302.48	4	5012.25	3+N	4443.33	} 2	3956.89	} 2	3735.00	10	3490.76	4
5638.49	2	5288.71	2	5006.31	4	4442.50	}	3956.63	}	3733.47	3	3476.83	3
5634.17	1	5283.80	5	5005.90	3+N	4427.46	3	3951.35	2	3732.51	2	3475.60	3
5624.80	4	5281.97	4	5002.04	3+N	4415.30	10	3950.13	2	3727.78	5	3466.01	3
5615.88	} 10	5276.17	4	4994.32	2+N	4408.55	} 3	3930.47	3	3724.52	2	3445.30	2
5615.52	}	5273.34	3	4991.45	2	4407.85	}	3928.09	3	3722.71	3	3444.03	3
5603.19	} 3	5270.56	10+Ca	4985.43	3	4404.95	10	3923.08	3	3720.09	7	3441.16	3
5603.00	}	5266.74	6	4984.03	3	4383.73	15	3920.41	3	3716.46	2	3440.79	3
5598.52	2												

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3428.33	2	3077.27	3	2897.36	2	2724.98	3	2574.50	4	2501.03	2	2417.95	3
3427.29	4	3075.84	3	2895.33	2	2723.67	2	2570.98	3	2499.01	4	2413.39	3
3424.45	2	3067.35	4	2894.87	2	2720.99	2	2569.89	2	2497.92	3	2411.19	3
3422.80	2	3062.34	4	2894.62	1	2720.30	2	2568.51	2	2495.96	2	2410.64	5
3418.65	2	3059.20	2	2883.83	3	2719.49	2	2567.04	4	2493.30	7	2406.74	4
3417.98	2	3057.57	4	2880.90	3	2719.10	2	2566.33	2	2491.54	2	2405.02	6
3413.30	3	3047.72	4	2876.89	2	2716.29	4	2563.57	5	2490.99	2	2404.53	2
3407.63	4	3042.77	3	2875.45	2	2714.50	5	2562.65	5	2490.84	3	2400.45	2
3404.50	2	3041.84		2873.52	4	2712.46	2	2562.21	2	2489.98	2	2399.33	5
3399.46	2	3040.55	2	2872.50	3	2711.93	3	2560.43	3	2489.59	2	2395.74	5
3392.81	2	3037.51	4	2871.21	3	2709.14	2	2560.04	2	2488.30	2	2395.53	3
3370.95	2	3031.77	2	2858.45	4	2707.20	2	2559.89	2	2486.48	3	2388.71	4
3369.69	2	3031.35		2855.76	4	2706.68		2557.63	2	2484.68	3	2384.50	2
3306.53	3	3030.28	2	2851.91	2	2704.11	4	2555.59	2	2484.35		2383.39	2
3306.14	3	3026.57		2949.65	2	2692.9	2	2555.19	2	2482.79	3	2382.17	10
3286.90	3	3025.96	2	2848.99	2	2692 72	4	2551.35	2	2482.23		2380.89	3
3277.46	2	3025.85		2848.45	1	2689.30	2	2550.82	3	2480.30	3	2379.40	3
3271.15	2	3024.15	2	2848.13	2	2684.87	5	2550.19	3	2477.45	2	2376.60	3
3265.75	2	3021.22	3	2845.7	3	2679.14	2	2549.57	3	2475.75	2	2375.32	3
3259.19	2	3020.80	3	2844.05	2	2666.75 [2])	5	2549.21	2	2475.3	2	2373.84	3
3258.81		3020.66	2	2840.79	3	2664.77	5	2547.49	2	2474.89	3	2370.63	2
3256.00	2	3019.11	2	2840.44	2	2658.36	3	2546.81	3	2473.46	2	2370.13	
3254.49	2	3017.75	2	2839.9	3	2650.70	2	2545.59	2	2472.55	3	2368.70	3
3247.32	4	3009.70	3	2835.84	3	2639.65	2	2545.35		2470.81	2	2364.91	3
3244.31	2	3008.26	2	2831.67	4	2637.73	3	2543.54	3	2469.62	2	2362.16	2
3243.87		3002.80	4	2828.74	3	2633.29	2	2542.87	2	2466.94		2360.45	2
3239.56	2	3001.09	2	3823.42	3	2631.70	3	2541.95		2466.80		2360.12	2
3237.95	2	2999.67	2	2813.39	3	2631.44	3	2541.21	2	2466.03	4	2359.23	3
3233.20	2	2994.54	3	2807.07	2	2631.12	4	2540.77		2465.32		2355.03	2
3227.91	6	2985.67	4	2799.40	3	2630.16	2	2539.05	3	2465.02		2354.59	
3225.90	5	2984.97	6	2794.02	3	2629.69	3	2538.90	2	2464.13	2	2351.32	2
3222.19	4	2983.70	3	2788.24	3	2628.39	8	2538.60	2	2463.40		2348.38	2
3219.93	2	2982.19	2	2785.40	4	2626.59	2	2538.29	2	2461.99	3	2348.20	2
3219.70	2	2981.56	2	2783.80	6	2625.79	4	2536.93	3	2461.40	5	2345.40	2
3216.05	2	2979.46	2	2779.39	4	2625.60	3	2536.80		2460.69	2	2344.36	2
3214.20	2	2973.32	2	2774.76	3	2621.77	4	2535.60	3	2459.09	2	2344.05	3
3213.49	3	2973.29	2	2769.45	3	2620.77	2	2534.47	4	2458.90	3	2343.59	4
3212.15	2	2970.65	2	2769.03	2	2620.50	2	2533.70	5	2454.62	3	2338.11	3
3210.60 [1])	3	2970.25	2	2767.63	5	2619.15	2	2530.23	2	2450.32	2	2332.88	3
3197.10	2	2970.06	2	2761.90	3	2617.70	6	2529.64	3	2450.06		2331.43	3
3196.25	2	2967.02	3	2755.80	10	2613.91	6	2527.80	2	2447.85	3	2327.48	3
3194.00	3	2965.36		2753.40	5	2611.97	8	2527.53	2	2446.56	2	2326.44	
3193.44	3	2965.16	2	2751.22	2	2611.15	2	2527.20	2	2446.20	2	2325.93	2
3193.00	2	2964.77		2750.23	2	2609.20	2	2526.39	3	2445.65	2	2325.69	
3187.45	2	2964.25		2749.41	10	2607.17	8	2525.50	5	2444.61	3	2284.11	2
3186.91	2	2960.12	2	2747.08	6	2606.57	2	2525.20	2	2440.52	2	2280.00	2
3183.29	2	2959.71		2746.59	8	2605.11	2	2522.99	2	2439.37	3	2267.66	1
3180.34	4	2954.05	2	2743.31	6	2599.49	15	2521.93	2	2435.06	2	2260.95	1
3177.67	4	2953.90		2741.45	2	2598.46	6	2521.20	2	2434.80	2	2260.17	
3167.99	5	2949.29	3	2739.63	10	2593.82	3	2519.18	3	2433.61	2	2255.83	1
3154.33	5	2947.96	3	2737.36	2	2592.88	4	2517.23	3	2432.98	3	2251.99	1
3135.49	2	2947.77	4	2737.02	4	2591.64	4	2514.50	3	2432.39	3	2251.05	
3125.80	2	2944.52	4	2735.55	2	2588.01	4	2512.65	2	2430.21	3	2247.81	1
3100.80	2	2941.46	2	2733.67	3	2585.96	6	2511.91	5	2428.47	3	2245.64	1
3100.45	2	2937.02	2	2730.82	4	2585.74	2	2506.21	3	2424.70	2	2220.48	1
3100.07	3	2926.69	3	2728.96	3	2582.67	4	2504.00	3	2424.25	3	2219.97	1
3091.73	2	2918.14	2	2727.64	5	2578.02	3	2503.45	2	2423.31	2	2213.76	1
3083.87	3	2912.27	2	2727.52	2	2576.97	3	2502.51	3	2422.79			

Nickel.

Das Funkenspektrum des Nickels ist auf Tafel XXXIX, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), auf Tafel XLVI, Nr. 8 (Glasprismenspektrum), Tafel XLIX, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), ferner auf Tafel LII, Nr. 10 (äußerstes Ultraviolett), abgebildet. Das Spektrum wurde mittels Elektroden aus chemisch reinem Nickel (von Merck in Darmstadt bezogen) hergestellt. Bei der Aufnahme des äußersten Ultraviolett wurden Reinnickeldraht-Elektroden verwendet und das Kupferspektrum als Leitspektrum mit photographiert. An Verunreinigungen waren in dem chemisch reinen Nickel, wie die Abbildung des Gitterspektrums (Tafel XXXIX) zeigt, Kupfer, Mangan, Eisen, Magnesium und Kobalt vorhanden. Das

[1]) Fällt mit mehreren schwachen Linien in der Abbildung zu einer starken zusammen.

[2]) Diese Linie im Funken koïnzidiert nicht mit der naheliegenden Fe-Linie des Bogens.

Funkenspektrum des Nickels besitzt sowohl im sichtbaren Teile als auch im Ultraviolett eine Anzahl sehr scharfer, charakteristisch hervortretender Linien und reicht sehr weit ins Ultraviolett. Das Nickelfunkenspektrum wurde von uns[1]) in dem Bezirke von 6772.67 bis 4459.22 gemessen und sind die stärkeren Nickellinien auf Grund dieser Messungen in die Tabelle eingetragen worden. Die Zahlen ab 4459.22, welche sich in der Tabelle finden, sind den Wellenlängentabellen von Exner und Haschek entnommen worden. Außerdem liegen Messungen in dem Bezirke 3858.45 bis 3369.67 von O. Lohse[2]) vor. Ab 2097 finden sich bisher noch nicht gemessene Linien bei 2095, 2092, 2090, 2085, 2084, 2082, 2068, 2058, 2055, 2054, 2035, 2034, 2031, 2027, 2023, 2021 und 2005, welche Zahlen von uns approximativ mit der Skale ermittelt wurden und keinen Anspruch auf Genauigkeit machen. Diese Linien sind in der Abbildung auf Tafel LII zu konstatieren.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6768.16	2	5017.76	6	3769.62	5	3413.61	3	3064.76	2	2511.00	10	2298.33	2
6643.89	3	4984.30	5	3739.38	2	3407.43	2	3064.12	2	2505.94	4	2297.60	2
6421.77	2	4980.35	5	3736.96	3	3393.16	6	3057.79	5	2484.41	4	2297.24	2
6414.86	2	4937.48	2	3688.57	2	3391.20	5	3054.46	5	2473.28	5	2296.66	3
6384.81	2	4936.04	3	3674.29	3	3381.04	2	3050.99	6	2455.60	2	2287.74	2
6378.35	2	4918.54	4	3670.59	2	3380.74	6	3045.16	2	2437.98	8	2287.18	3
6339.36	2	4904.57	4	3664.26	3	3374.77	3	3038.09	5	2433.64	4	2278.88	3
6314.90	3	4873.62	3	3624.89	2	3374.36	2	3019.27	3	2416.21	10	2278.42	2
6256.60	2	4866.45	4	3619.54	10	3374.13	2	3012.14	5	2413.14	3	2277.39	2
6191.36	2	4855.59	4	3612.91	3	3372.14	3	3003.76	5	2405.27	3	2275.79	2
6176.97	3	4831.38	4	3610.68	4	3370.71	4	3002.65	5	2394.95	2	2274.82	2
6175.58	2	4829.22	4	3609.49	2	3366.92	2	2994.60	4	2394.68	10	2270.33	4
6125.10	2	4807.17	3	3602.44	2	3366.31	3	2992.75	4	2392.70	3	2264.57	4
6116.34	2	4786.73	8	3597.86	6	3365.90	3	2884.30	3	2392.21		2253.94	3
6108.33	2	4764.10	3	3588.07	2	3361.71	4	2981.81	4	2387.87	3	2226.41	2
5893.08	3	4756.69	5	3576.91	4	3322.46	4	2947.56	3	2375.51	7	2224.94	2
5858.00	3	4752.48	3	3572.06	4	3320.41	4	2944.03	3	2369.30	2	2223.06	2
5851.53	2	4715.94	3	3566.55	8	3315.80	4	2913.71	4	2367.47	3	2220.50	2
5805.40	2	4714.68	10	3561.92	2	3312.46	3	2864.4	2	2366.62	3	2216.52	3
5761.11	3	4703.99	2	3548.32	3	3282.97	2	2863.84	3	2356.49	4	2210.45[3])	
5754.89	3	4686.40	3	3528.10	2	3250.90	3	2821.45	2	2353.52	2	2206.80	
5715.32	3	4667.95	2	3524.69	10	3243.30	4	2805.80	2	2345.48	7	2205.72	
5709.80	2+N	4665.75	3	3519.90	4	3234.76	3	2775.45	2	2341.30	5	2201.51	
5649.98	2	4648.82	3+N	3515.21	8	3233.05	4	2759.15	2	2336.77	4	2191.04	
5625.52	2	4605.15	5	3514.13	6	3225.18	3	2708.9	3	2334.68	5	2190.72	
5614.92	2	4592.72	4	3510.52	6	3221.80	3	2690.8	2	2330.07	2	2185.59	
5592.46	3	4564.72	2	3501.01	4	3217.95	3	2684.57	4	2326.55	2	2184.70	
5477.12	10	4547.15	5	3493.13	7	3216.95	3	2679.35	2	2325.91	2	2179.48	
5424.85	3	4470.68	6	3486.05	2	3214.21	3	2659.8	2	2321.53	2	2175.22	
5184.75	2	4459.22	7	3483.95	5	3210.04	2	2656.05	2	2319.84	2	2174.76	
5155.91	4	4401.77	10	3472.71	5	3202.27	2	2632.98	3	2318.60	2	2169.19	
5146.66	4	4359.76	2	3471.50	2	3195.71	2	2632.44		2316.12	6	2165.66	
5142.97	3	4331.83	3	3469.61	3	3184.49	2	2630.40	2	2313.01	3	2161.31	
5137.23	3	4288.20	3	3467.63	3	3183.89		2615.29	3	2312.34	2	2158.83	
5129.55	2	4195.28	2	3461.84	8	3181.87	2	2611.78	2	2311.09	3	2138.69	
5125.40	2	4067.20	3	3458.62	8	3145.83	2	2610.20	3	2308.59	2	2131.33	
5115.58	5	3973.75	3	3454.29	2	3134.21	6	2605.80	3	2307.91	2	2128.67	
5100.12	3	3889.80	2	3453.06	5	3114.25	4	2601.22	2	2305.33	2	2126.96	
5099.52	2	3858.50	8	3446.41	6	3105.60	3	2584.10	2	2303.96	1	2125.98	
5084.26	2	3849.69	2	3437.42	5	3101.70	7	2566.12	3	2303.11	3	2125.21	
5081.30	5	3831.87	2	3433.70	6	3099.26	3	2546.01	6	2302.56	1	2113.61	
5080.70	5	3807.29	6	3423.88	5	3097.26	3	2539.20	2	2300.21	2	2108.04	
5049.02	2	3783.67	5	3414.91	10	3087.20	3	2529.06	2	2299.74	2	2097.2	
5035.52	6	3775.74	5	3414.05	2	3080.90	3						

Kobalt.

Das Funkenspektrum des Kobalts ist auf Tafel XXXIX, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrograph), Tafel XLVI, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), Tafel XLIX, Nr. 5 und Tafel LII, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkens wurden Elektroden aus chemisch reinem Kobalt (von E. Merck in Darmstadt bezogen) verwendet. Das mit diesem Materiale erhaltene Funkenspektrum läßt neben den Linien des Kobalts solche der Elemente Nickel, Eisen, Mangan, Magnesium erkennen, welche Elemente als Verunreinigungen in den verwendeten Kobaltelektroden vorhanden waren. Das Kobaltfunkenspektrum ist im brechbaren Teile, insbesondere aber im Ultraviolett außerordentlich reich an Linien, so daß bei längerer Exposition sich in manchen Gruppen die einzelnen Linien kaum mehr differenzieren, wie dies die Abbildung auf

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1089.

[2]) O. Lohse, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Bd. XII, Nr. 41, 1902, S. 151. Funkenspektra einiger Metalle.

[3]) Die Linien von hier ab wurden von Exner und Haschek gemessen und mit der Intensität i = 1 bis 2 bezeichnet; in der Abbildung auf Tafel LII, Nr. 10, erscheinen dieselben als kräftig hervortretende Linien.

31 371.00
B
33

Tafel LII zeigt, bei welcher, um das äußerste Ultraviolett zur Darstellung zu bringen, sehr lange exponiert wurde. Ab 2300 wird das Spektrum ziemlich lichtschwach, doch kann man mit Hilfe lichtstarker Quarzprismenapparate bis zirka 1982 noch einige zum Teil charakteristische Linien nachweisen, wie dies die Abbildung auf Tafel LII zeigt. Das Kobaltfunkenspektrum wurde in dem Bezirke von 6872.63 bis 4531.13 von uns [1]) gemessen. Ferner liegen Messungen im Bezirke 3969.23 bis 3369 von O. Lohse [2]) und von 4682 bis 2173 solche von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Diese Messungen sind den in der Tabelle angeführten Zahlen zu Grunde gelegt. Bei Beurteilung der Intensitäten der einzelnen Linien wurden die Abbildungen des Gitterspektrums, sowie jene des Quarzprismenspektrums berücksichtigt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6872.63	2	5316.95	3	4569.48	4	4045.54	5	3732.59	5	3485.53	3	3113.61	2
6815.22	2	5312.83	3	4565.80	10	4035.69	3	3730.64	4	3483.60	3	3098.33	2
6771.32	2	5301.24	3	4559.44	2	4027.16	2	3708.99	3	3474.24	8	3089.71	2
6632.62	2	5292.43	2	4549.81	8	4023.55	2	3707.63	2	3471.55	2	3086.91	3
6617.51	2	5287.80	2	4543.99	4	4021.06	4	3704.24	6	3466.00	5	3082.75	3
6596.13	3	5280.84	4	4538.11	2	4019.43	3	3702.44	5	3463.01	5	3072.51	5
6592.02	2	5276.35	3	4534.17	3	4016.9	2	3693.66	3	3461.35	2	3061.98	4
6563.68	4+H	5268.74	2	4533.34	4	4014.09	2	3693.30		3455.40	3	3049.01	3
6478.14	3	5266.72	2	4531.13	10	3998.10	8	3684.64	2	3453.70	8	3044.13	4
6455.20	5	5266.52	3	4517.26	3	3995.53	10+N	3683.24	5	3449.61	3	3042.62	2
6450.43	6	5257.77	2	4516.80	2	3991.82	3	3676.72	4	3449.31		3034.79	3
6430.60	2	5250.18	2	4484.65		3990.50	2	3662.34	4	3446.52	2+Ni	3026.51	2
6418.05	2	5235.13	3	4484.07	3	3987.27	2	3654.60	3	3443.83	5	3017.67	3
6396.80	2	5230.38	2	4483.70		3979.70	4	3649.45	2	3443.09	3	3013.74	2
6395.50		5212.86	4	4471.73	2	3979.08	2	3647.79	3	3433.25	6	2989.76	3
6351.57	2	5156.49	2	4469.77	5	3974.91	3	3643.31	2	3431.78	4	2987.36	3
6348.00	3	5146.94	3	4467.10	3	3973.32	3	3639.57	2	3424.01	2	2954.86	6
6320.58	3	5133.69	2	4445.25	2	3972.72	4	3634.85	2	3417.30	4	2943.27	2
6282.86	4	5126.37	2	4421.54	2	3969.30	4+Ca	3632.99	2	3415.91	3	2930.55	2
6257.86	3	4988.15	3	4417.57	3	3961.15	2	3631.56	3	3412.79	3	2927.80	2
6249.76	2	4980.15	3	4414.09	4	3958.10	3	3627.94	5	3412.49	4	2890.59	3
6247.44	2	4966.77	2	4402.83	2	3953.12	5	3621.38	5	3409.35	6	2886.59	2
6231.26	2	4882.86	2	4396.07	2	3945.50	3	3611.86	2	3405.30	8	2871.35	4
6189.19	3	4868.06	8	4392.08	3	3941.89	2	3605.51	4	3395.56	5	2835.07	2
6122.96	2	4843.58	2	4391.76		3941.05		3602.23	4	3388.32	5	2825.38	3
6117.23	2	4840.46	8	4380.25	2	3936.17	8	3595.02	4	3387.83	3	2810.99	3
6093.40	2	4831.25	3	4375.72	2	3934.08	2	3587.35	8	3385.39	4	2807.32	2
6086.93	2	4813.66	8	4375.13		3922.90	2	3585.31	4	3371.09	2	2802.82	2+Mg
6082.71	4	4797.94	2	4373.79	2	3920.90		3578.16	2	3369.73	2	2798.40	2
6049.32	3	4793.96	2	4371.30	2	3920.75	3	3575.54	4	3367.27	3	2795.70	3+Mg
6007.88	2	4793.04	6	4367.53	3	3920.30		3575.14	3	3354.53	4	2794.96	2
6006.53	2	4781.58	2	4366.31	2	3919.78		3569.59	10	3352.95	2	2776.33	3
6000.97	2	4780.19	2	4339.80	3	3917.26	3	3565.11	4	3348.27	2	2775.2	2
5992.13	4	4778.44	2	4331.45	2	3910.10	3	3561.3	2	3347.06	2	2769.19	2
5984.44	3	4776.50	4	4276.21	2	3906.45	2	3561.06	4	3342.85	2	2766.98	2
5915.68	3	4771.28	4	4252.46	2	3895.12	4	3553.15	2	3341.46	2	2766.34	
5890.61	3	4768.28	2	4244.42	2	3894.26	15	3550.75	3	3339.91	2	2764.30	2
5531.06	2	4767.35	2	4190.90	3+O	3884.75	2	3543.40	3	3334.30	4	2745.15	3
5525.27	2	4756.89	2	4190.01	2	3882.04	6	3533.50	4	3327.13	2	2739.05	2
5524.24	2	4754.56	2	4187.45	2	3877.01	3	3529.99	6	3325.40	2	2734.77	2
5495.94	3	4749.88	5	4179.41	2	3874.14	10	3529.19	3	3322.37	3	2731.20	2
5489.90	2	4746.28	2	4162.37	3	3873.30	10	3527.02	6	3319.61		2728.00	2
5483.57	5	4737.89	2	4160.86	4	3861.35	6	3523.8	2	3319.30	3	2721.04	2
5477.09	4	4735.02	2	4158.60	2	3845.65	15	3523.62	5	3318.55		2716.06	2
5470.73	2	4718.66	4	4145.31	3	3842.25	8	3521.75	5	3314.21	3	2714.52	5
5454.79	4	4699.35	3	4121.51	10	3841.60	2	3520.25	3	3307.30	2	2708.10	2
5452.53	2	4693.38	4	4118.94	10	3816.63	2	3518.52	7	3283.60	4	2707.60	3
5444.78	4	4682.54	6	4110.70	8	3816.56	3	3513.65	4+Ni	3260.98	2	2706.84	5
5407.73	3	4680.63	2	4104.91	2	3816.43	2	3512.83	6	3254.35	2	2702.52	2
5402.24	2	4663.59	7	4092.58	8	3808.24	2	3510.59	4	3247.30	2	2697.14	2
5382.00	3	4657.58	2	4086.49	6	3774.75	2	3510.03	5	3243,96	2	2695.96	2
5369.81	4	4651.28	4	4082.75	2	3755.59	3	3507.94	2	3177.40	2	2694.79	8
5362.94	4	4629.47	4	4077.54	2	3754.85	3	3506.50	8	3158.90	3	2693.22	2
5359.39	3	4629.05	2	4068.69	4	3754 48	2	3502.79	3	3154.90	4	2689.90	2
5353.68	4	4625.88	2	4066.52	4	3751.74	3	3502.46	6	3149.43	2	2685.45	2
5352.23	2+N	4623.17	2	4058.76	2	3750.10	3	3501.90	4	3147.18	3	2684.66	5
5343.55	3	4616.39	2	4058.35		3745.65	7	3496.85	2	3140.09	3	2680.53	2
5342.87	3	4581.82	10	4057.35	2	3736.08	3	3495.89	5	3137.46	3	2679.84	2
5326.49	3	4580.34	2	4057.10		3734.30	2	3491.51	3	3121.70	2	2678.14	2
5326.15		4574.40	2	4053.09	2	3733.65	4	3489.61	6	3121.56		2676.06	4

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1086.

[2]) O. Lohse, Publikationen d. astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Bd. XII, 1902, S. 152.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2670.94	2	2564.13	8	2511.28	4	2437.07	2	2386.82	3	2330.45	4	2264.27	2
2667.00	3	2562.24	2	2510.17	2	2436.39	2	2386.44	5	2329.20	3	2263.61	
2666.26	2	2560.18	8	2508.08	3	2435.20	2	2383.55	7	2327.77	3	2260.10	3
2663.65	10	2559.51	6	2506.58	8	2432.62	5	2382.43	2	2326.60	3	2256.82	3
2661.77	2	2557.47	4	2504.63	2	2430.01	2	2381.84	4	2326.20		2253.55	
2656.51	2	2556.90		2498.94	5	2428.39	3	2378.68	8	2324.39	5	2252.90	2
2653.82	7	2555.16	2	2497.59	3	2426.20	3	2375.24	3	2322.10	2	2252.45	
2652.91	2	2553.45	2	2490.50	3	2425.59	4	2371.93	3	2321.42	3	2250.65	
2648.79	7	2553.10		2487.48	2	2423.89	3	2371.68	2	2319.91	2	2250.47	4
2646.54	2	2552.49	3	2487.21	2	2420.82	6	2370.84	2	2319.35	2	2250.05	
2637.41	2	2548.42	2	2486.52	5	2418.61	4	2363.87	8	2318.51	3	2248.2	3
2636.12	3	2546.83	5	2485.43	3	2417.75	5	2361.63	3	2317.13	3	2246.2	
2635.01	3	2546.26	3	2483.70	2	2416.99	5	2361.23	2	2315.05	3	2244.50	3
2632.37	8	2545.15	3	2479.13	2	2416.28	3	2360.92	2	2314.14	3	2243.95	
2628.91		2544.64	2	2478.30	3	2416.06	3	2360.59	3	2313.68	2	2235.15	2
2627.75	2	2544.31	2	2477.56	3	2414.62	2	2358.31	3	2312.64	2	2232.55	2
2626.99		2542.03	8	2477.39	3	2414.18	4	2353.49	6	2311.73	6	2232.14	
2619.91	4	2540.70	4	2476.74	2	2411.68	3	2352.29		2307.97	6	2230.58	2
2619.00	3	2537.52	2	2470.36	2	2408.90	3	2351.92	2	2301.49	2	2226.40	2
2614.41	6	2536.88	2	2469.61		2408.50	3	2351.24		2299.80	3	2223.03	2
2613.60	4	2536.57	2	2467.15	3	2407.76	3	2347.87	2	2298.81	2	2221.35	2
2606.02	2	2536.05	3	2464.31	6	2407.46	2	2347.42	3	2298.35		2220.18	2
2605.81	3	2533.90	7	2459.55	3	2404.64	3	2346.61	3	2296.01	2	2217.77	2
2604.53	3	2532.27	2	2456.30	2	2404.24	3	2345.55	2	2293.65	2	2213.95	2
2589.11	2	2530.19	5	2454.23	2	2403.85	2	2344.70	2	2293.50		2211.50	2
2587.32	8	2528.70	5	2452.12	2	2398.45	4	2344.34	3	2292.08	3	2207.99	2
2583.27	4	2528.28	2	2450.10	6	2397.49	8	2341.19	5	2291.49	2	2206.30	2
2582.33	10	2525.11	5	2449.21	3	2395.60	2	2339.10	2	2286.25	6	2203.05	2
2580.42	10	2524.69	2	2447.82	8	2394.60	3	2338.75	2	2283.65	2	2193.70	2
2575.68	2	2523.03	4	2446.09	5	2394.00		2337.95	3+Fe	2282.01	2	2192.59	2
2574.97	5	2521.49	3	2443.89	4	2392.64	3	2337.07	2	2280.56	3	2190.79	2
2569.82	3	2519.91	8	2442.71	5	2389.63	3	2336.29	3	2272.34	2	2180.25	2
2567.43	2	2517.90	2	2441.81	3	2389.01	8	2334.13	3	2266.61	3	2173.44	2
2565.49	3	2517.50	3										

Ruthenium.

Das Funkenspektrum des Rutheniums ist auf Tafel XXXIX, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), auf Tafel XLVI, Nr. 11 (Glasprismenspektrum), auf Tafel L, Nr. 1 und Tafel LIII, Nr. 10 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das bei der Herstellung dieser Spektren verwendete Rutheniummetall wurde uns von der Firma Heraeus in Hanau zur Verfügung gestellt und enthielt außer Calcium noch kleine Mengen von Eisen als Verunreinigung. Das Spektrum ist im roten Teile ziemlich lichtarm und es erscheinen deshalb auf der Tafel XXXIX, Nr. 5, nur die kräftigsten Linien, während bei längeren Expositionen noch ziemlich viele Linien sichtbar werden. Dagegen ist das Spektrum sehr lichtstark im Blau, Violett und Ultraviolett, welcher Teil von Exner und Haschek genau gemessen wurde (Wellenlängentabellen, 1902). Von 4709.66 gegen das weniger brechbare Ende des Spektrums liegen nur Messungen im Bogen vor (Kayser[1]), Eder und Valenta[2]). Wir haben in der folgenden Tabelle für diesen Teil des Spektrums jene Linien, welche im Bogenspektrum vorkommen, diesen Messungen entnommen und die Intensitäten nach einer entsprechend lang belichteten Aufnahme ermittelt, weshalb viele der in der Tabelle angeführten Linien in der Abbildung nicht zu sehen sind. Im äußersten Ultraviolett (Tafel LIII, Nr. 10) finden sich außer den in der Tabelle verzeichneten Linien eine große Zahl Linien, welche bisher nicht gemessen wurden und deren letzte, bei zirka 1873 gelegen, auf länger exponierten Platten noch deutlich sichtbar ist.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6923.48	2	6496.62	2	6195.52	2	5894.23	2	5756.98	2	5559.96	3	5455.02	5
6824.33	2	6445.00	2	6090.77	2	5833.38	2	5747.62	3	5540.88	2	5452.93	2
6722.05	2	6417.79	2	6083.74	2	5828.24	2	5730.12	2	5518.06	2	5439.62	3
6718.59	2	6390.37	2	5993.79	2	5815.16	4	5725.90	2	5510.93	5	5439.42	
6690.23	4	6358.08	2	5974.30	2	5804.46	2	5699.22	4	5501.23	2	5427.82	3
6663.39	3	6330.89	2	5973.62		5782.72	2	5636.44	6	5484.52	4	5419.06	2
6641.07	2	6304.34	2	5921.64	3	5782.51		5606.96	3	5480.51	3	5401.61	5
6540.44	2	6295.43	2	5919.49	2	5774.53	2	5603.78	3	5479.62	3	5401.23	
6528.92	2	6284.73	2	5894.85	2	5768.07	3	5578.59	3	5475.38	2	5386.08	3

[1]) H. Kayser, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897, S. 13.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 573.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5378.04	3	4709.66	10	4197.74	3	3799.02	8	3432.90	2	2999.01	3	2777.50	2
5361.97	5	4690.26	4	4197.04	2	3798.19	3	3430.92	2	2991.75	5	2775.75	3
5336.11	2	4682.00	4	4182.62	2	3790.71	5	3429.68	2	2989.06	2	2772.59	4
5334.90	2	4670.14	2	4175.06	2	3786.24	5	3428.43	4	2980.10	4	2771.19	2
5333.11	2	4654.50	4	4167.70	4	3781.35	2	3417.48	4	2979.84	4	2769.03	5
5309.44	5	4647.79	3	4161.82	2	3777.71	3	3410.90	2	2978.75	3	2766.67	2
5305.03	2	4645.27	2	4148.55	2	3767.49	3	3409.41	2	2977.58	3	2765.59	3
5291.33	2	4635.87	2	4146.94	3	3761.66	2	3401.90	2	2977.34	4	2765.25	2
5284.26	4	4599.29	3	4145.92	4	3760.15	2	3392.70	2	2976.70	10	2762.16	2
5280.99	2	4584.65	8	4144.35	5	3759.99	2	3385.27	2	2972.65	2	2753.57	2
5275.24	3	4580.29	2	4137.38	2	3756.09	3	3370.20	}	2965.70	10	2752.90	5
5266.99	} 3	4564.91	2	4128.02	} 2	3755.23	2	3369.44	} 3	2963.50	3	2752.55	3
5266.64	}	4554.74	15	4127.60	}	3753.69	2	3368.58	}	2962.15	2	2752.20	2
5257.24	3	4552.28	2	4123.22	2	3745.80	4	3350.41	4	2961.65	2	2749.27	2
5251.82	2	4550.11	2	4121.16	2	3744.59	} 2	3341.80	2	2945.79	10	2748.05	3
5243.11	3	4548.02	2	4113.54	2	3744.41	}	3339.92	3	2945.21	2	2745.90	2
5235.77	2	4547.45	3	4112.90	5	3742.99	} 3	3339.66	2	2942.39	2	2745.23	3
5223.71	3	4521.11	2	4109.77	2	3742.50	}	3325.53	2	2935.59	2	2744.54	2
5213.59	3	4517.96	2	4107.97	2	3739.61	} 2	3316.51	2	2933.33	2	2744.02	3
5200.04	3	4517.05	2	4101.92	3	3739.08	}	3315.36	2	2927.62	5	2743.60	2
5195.17	4	4510.25	2	4097.98	3	3737.57	2	3301.73	} 2	2923.99	2	2742.48	2
5171.19	7	4508.73	2	4091.23	2	3734.61	2	3301.25	}	2922.44	2	2739.39	} 2
5155.30	4	4498.31	4	4085.60	3	3730.65	5	3294.33	8	2918.59	2	2738.85	}
5151.23	2	4490.40	2	4080.82	8	3728.20	8	3283.07	2	2916.41	4	2737.63	2+N
5147.40	3	4480.62	2	4076 89	3	3727.11	8	3268.92	2	2909.90	3	2736.89	3
5142.93	3	4474.11	2	4073.15	2	3726.28	3	3264.89	2	2902.11	3	2736.52	2
5136.72	5	4460.22	8	4068.53	3	3719.49	2	3260.51	2	2900.53	2	2735.79	2
5134.06	3	4449.49	5	4067.80	2	3717.15	2	3259.83	2	2898.32	} 3	2734.41	10
5127.42	2	4439.92	3	4064.62	2	3701.14	2	3228.63	4	2897.82	}	2725.54	5
5107.23	3	4428.60	2	4063.12	2	3696.72	2	3206.90	2	2882.22	5	2724.97	3
5101.55	2	4421.60	2	4054.20	3	3690.16	3	3201.39	2	2879.15	2	2723.20	2
5094.00	3	4410.20	8	4052.35	2	3678.45	2	3195.26	3	2875.05	2	2717.93	2
5077.48	3	4397.96	2	4051.55	3	3669.71	3	3177.20	8	2873.40	2	2717.50	5
5073.14	2	4390.62	7	4039.40	3	3663.53	3	3175.35	2	2871.57	2	2716.63	2
5057.49	6	4386.45	2	4024.02	3	3661.58	8	3175.29	3	2870.65	2	2716.19	3
5045.57	+N	4385.83	5	4022.37	2	3657.72	3	3172.81	3	2866.32	2	2713.65	2
5026.34	+N	4385.56	4	4021.20	3	3654.58	2	3167.60	2	2866.15	3	2713.14	2
4980.50	3	4372.40	8	3987.94	3	3650.50	2	3165.19	2	2863.31	} 3	2712.49	8
4976.35	3	4361.43	5	3985.02	3	3646.27	2	3163.30	2	2862.91	}	2710.30	3
4974.26	2	4354 32	4	3979.53	2	3640.79	2	3160.77	2	2859.73	2	2707.36	2
4969.06	3	4349.87	3	3978.56	2	3637.60	2	3150.80	2	2857.85	2	2704.63	2
4960.02	3	4342 24	4	3974.62	2	3635.08	4	3147.56	2	2849.33	2	2700.20	2
4955.42	3	4337.45	2	3965.04	2	3626.89	2	3143.76	} 3	2844.83	3	2692.18	10
4938.59	3	4327.00	2	3952.82	2	3625.35	2	3143.35	}	2841.79	4	2688.20	3
4921.23	4	4325.24	2	3950.33	2	3619.35	2	3135.90	2	2841.22	3	2687.56	4
4908·05	3	4320.06	4	3950.15	3	3608.86	2	3134.90	2	2833.86	2	2687.15	2
4903.22	6	4318.59	3	3945.76	4	3605.80	2	3132.8	2	2829.19	2	2686.97	2
4899.42	2	4314.46	2	3931.95	2	3599.92	4	3128.02	2	2826.77	}	2680.65	2
4895.75	4	4307.76	5	3926.09	4	3596.34	6	3126.72	2	2826.30	}	2678.80	15
4869.31	7	4297.90	10	3923.69	4	3593.21	6	3107.69	2	2825.55	} 3	2676.25	3
4862.02	2	4296.10	4	3921.07	2	3589.40	4	3103.50	2	2825.20	}	2675.60	2
4854.73	2	4294.98	3	3915.01	2	3587.39	3	3100.92	2	2823.30	2	2674.30	2
4844.72	3	4293.46	3	3912.25	2	3574.75	3	3099.39	2	2822.66	3	2673.09	3
4839.17	3	4287.20	2	3909.22	}	3570.78	3	3096.66	2	2821.45	2	2672.45	} 3
4833.16	3	4284.51	4	3908.91	} 3	3539.50	3	3094.65	2	2813.80	3	2672.32	}
4815.69	6	4259.15	3	3892.37	2	3538.10	2	3094.01	3	2813.41	3	2669.50	3
4795.72	2	4246.90	3	3882.15	2	3532.97	2	3073.61	2	2810.74	6	2667.86	2
4794.55	2	4246.50	2	3867.99	3	3524.05	2	3072.40	2	2806.85	3	2667.46	4
4774.17	3	4243.21	4	3862.84	3	3520.27	2	3064.91	2	2805.00	2	2662.94	2
4769.46	3	4241.23	4	3857.71	3+Rh	3519.76	2	3060.58	}	2802.24	2	2662.25	2
4764.58	3	4230 49	3	3850.60	3	3514.64	2	3060.33	} 3	2792.38	5	2661.85	2
4758.04	8	4229.48	2	3839.85	4	3509.36	3	3059.19	}	2790.30	2	2661.71	5
4756.40	2	4220.86	3	3831.96	3	3499.10	8	3056.94	3	2787.93	5	2661.26	4
4751.20	2	4217.41	4	3825.10	2	3481.48	2	3049.32	2	2785.85	3	2657.30	2
4743.21	2	4214.62	3	3822.27	3	3473.90	2	3036.53	5	2784.60	2	2656.35	6
4738.59	2	4212.26	8	3819 18	3	3449.10	2	3017.90	} 2	2783.84	2	2654.06	2
4733.71	4	4207.79	2	3817.46	2	3440.35	2	3017.31	}	2782.40	2	2653.10	2
4731.50	4	4206.16	4	3812.90	3	3438.51	2	3006.75	2	2779.08	2	2648.87	5
4721.08	2	4200.09	8	3808.81	2	3436.89	5+N	3005.24	2	2778.49	4	2646.03	3
4718.23	2	4199.05	3	3799.48	8	3433.40	2	2999.91	2	2777.66	2	2644.69	3

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
2643.21	2	2602.35	3	2543.58	2	2502.07	2	2456.55	6	2407.40	2	2336.88	2
2642.92	3	2598.90	2	2543.35	6	2500.24	2	2455.61	6	2402.80	10	2335.03	4
2641.71	2	2597.21	2	2542.15	2	2498.68	5	2453.91	2	2401.95	2	2334.00	3
2638.44	2	2595.90	2	2540.39	4	2498.53		2451.34	2	2398.69	2	2333.66	
2636.89	2	2594.50	2	2539.82		2495.78	3	2449.7	2	2397.80		2332.40	2
2636.60	3	2591.35	4	2535.67	3	2494.60	2	2443.4	2	2396.80	3	2331.80	2
2635.90	3	2591.14	5	2535.30	2	2493.81	5	2440.91	2	2393.94	2	2331.16	3
2635.35	2	2589.51	2	2535.00	2	2491.67	2	2439.75		2388.31	2	2329.10	2
2633.90	2	2587.95	2	2534.09	3	2491.21	3	2435.60	3	2383.54	2	2319.85	2
2632.80	3	2583.16	2	2530.50	3	2489.43	3	2435.06	2	2382.10	4	2305.68	2
2631.18	3	2579.18	3	2528.09	2	2488.67	2	2432.27	2	2379.96	2	2304.82	3
2630.11	3	2576.16	3	2527.93	4	2484.05	2	2431.06	2	2379.65		2302.89 [1]	2
2628.80	3	2573.51	2	2525.47	2	2482.90	2	2430.50	2	2375.70	3	2298.71	2
2626.47	2	2571.19	3	2524.94	3	2481.22	4	2427.85		2371.98	2	2296.25	2
2625.47	2	2568.96	3	2520.94	2	2480.95	2	2427.08	2	2370.18	2	2287.14	2
2624.25	2	2566.69		2519.30	3	2479.02	6	2426.69		2367.31	2	2281.82	2
2620.71	2	2566.32	2	2518.50	3	2478.45	2	2424.68	2	2359.20	2	2275.09	2
2619.42	2	2565.77		2517.39	4	2477.30	2	2422.95	2	2358.90	3	2268.25	2
2617.12	2	2563.99	2	2516.80	2	2474.85	2	2419.04	2	2358.02	4	2263.62	2
2615.15	4	2559.61	2	2513.42	4	2472.92	2	2417.04	3	2353.07	2	2229.67	2
2614.96	2	2557.21		2511.31	2	2470.59	2	2415.80		2351.44	4	2218.64	2
2612.61	2	2556.79	2	2508.79	4	2469.84	2	2415.30	3	2350.61	2	2193.00	2
2611.60	2	2556.01		2507.12	6	2464.83	2	2414.91		2346.44	2	2175.14	2
2610.19	2	2552.08	3	2506.54	3	2462.74	2	2411.60	2	2342.94	3	2149.88	2
2607.99	3	2549.91	2	2506.40	2	2459.25	2	2410.26	3	2342.61	2	2127.26	2
2606.3	2	2549.25	3	2506.01	2	2457.25	2	2408.56	2	2341.16	2	2107.43	2
2604.21	3	2547.78	2	2502.41	2	2456.67	6	2408.03	7	2337.93	2		

Rhodium.

Das Funkenspektrum des Rhodiums ist auf Tafel XXXIX, Nr. 7 und 8, ferner auf Tafel XLVI, Nr. 12 (Glasprismenspektrum), auf Tafel L, Nr. 2 und Tafel LIII, Nr. 9 (Quarzprismenspektrum), abgebildet und wurde zur Herstellung desselben Rhodiummetall von Heraeus in Hanau verwendet. Das Funkenspektrum des Rhodiums ist durch eine große Zahl zum Teil sehr scharfer charakteristischer Linien ausgezeichnet, von denen jene im Bezirk 4571.49 bis 2158.26 von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) genau gemessen wurden. Die Linien im weniger brechbaren Teile sind bisher nicht genau gemessen worden; doch sind die meisten dieser Linien auch im Bogenspektrum, von dem genaue Messungen von uns [2]) und von H. Kayser [3]) vorliegen, vorhanden und wir haben deshalb die Wellenlängen jener Linien des Bogens, welche aus den Abbildungen, beziehungsweise den Negativen zu konstatieren sind, nach diesen Messungen in die Tabelle eingetragen. Auf Tafel LIII, Nr. 9, ist das im äußersten Ultraviolett mittels eines eigens für diese Zwecke eingestellten Quarzprismenapparates aufgenommene Funkenspektrum des Rhodiums an der Luft abgebildet, aus welcher Abbildung man ersieht, daß unterhalb der letzten von Exner und Haschek gemessenen Linie 2107.43 noch zahlreiche und zum Teil ziemlich kräftige Linien existieren, welche aber nur mit dem sehr lichtstarken Quarzapparat zu erhalten sind und deren letzte, bei zirka 1848 liegend, nur am Negative noch deutlich erkennbar ist.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6752.62	4	6128.22	2	5742.99	2	5468.92	3	5329.89	5	5211.64	2	5064.48	2
6630.34	3	6116.34	2	5730.60	3	5468.29		5314.91	3	5207.10	3	5025.69	3
6627.99	2	6102.91	3	5726.88	2	5445.42	6	5292.28	3	5193.28	6	4985.11	2
6519.86	4	5991.36	2	5700.63	2	5441.55	2	5280.25	2	5184.34	2	4977.87	3
6510.57	4	5983.78	6	5659.92	2	5425.64	2	5269.43	2	5157.81	3	4966.51	2
6414.91	4	5918.70	2	5608.54	2	5424.91	6	5259.38	2	5157.22		4963.83	3
6333.18	2	5907.47	2	5599.62	6	5408.97	2	5251.55	2	5155.69	3	4944.98	3
6319.72	3	5831.74	4	5557.36	2	5404.90	4	5237.28	5	5145.11	2	4908.74	2
6278.32	2	5807.07	4	5544.80	2	5390.62	5	5230.75	3	5130.90	2	4865.92	3
6259.11	2	5803.48	2	5535.24	+ N	5379.28	6	5222.78	2	5120.82	2	4861.50	2
6253.88	3	5797.65	2	5504.85	2	5356.64	3	5214.91	2	5090.80	3	4851.78	5
6200.13	3	5795.93	2	5484.42	3	5354.57	8	5213.49	2	5085.68	2	4844.15	4
6187.06	2	5792.81	3	5471.04	3	5349.46	2	5212.87	2	5073.61	3	4842.56	2

[1]) Ab 2304.82 sind die Linien nur auf Tafel LIII, Nr. 10, zu sehen, wo einige kräftiger hervortreten.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. II a, 1910, S. 572.

[3]) H. Kayser, Anhang zu den Abhandlungen der königlich preußischen Akad. d. Wissensch., Berlin, 1897, S. 23.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4810.65	4	3822.41	10	3502.71	10	3093.59	5	2718.05	2	2557.31	3	2427.19	4
4794.36	2	3818.32	6	3498.91	5	3074.15	} 2	2715.67	10	2555.46	2	2426.55	2
4745.28	4	3816.60	5	3479.08	5	3073.65		2713.40	2	2550.86	2	2424.53	2
4721.15	2	3815.18	4	3477.98	5	3062.31	3	2705.70	10	2549.74	2	2423.19	2
4719.55	2	3812.59	2	3474.95	6	3055.75	3	2705.02	2	2545.44	4	2422.20	2
4666.26	2	3806.89	4	3472.37	2	3049.01	4	2700.64	3	2544.02	3	2421.09	5
4634.02	3	3806.09	6	3470.83	6	3047.26	4	2699.80	2	2542.23	3	2420.29	2
4571.49	2	3799.45	10	3469.76	2	3035.09	3	2695.85	2	2541.25	2	2420.04	2
4569.18	3	3793.39	8	3462.20	7	3028.65	3	2691.20	2	2537.80	3	2417.50	3
4551.81	2	3788.62	4	3458.05	} 2	3025.29	2	2689.69	3	2534.67	2	2416.85	2
4528.89	5	3778.26	3	3457.20		3019.90	5	2684.30	} 4	2531.40	2	2415.93	7
4503.96	2	3770.4	2	3455.34	2	3009.72	3	2683.65		2520.61	10	2414.5	2
4492.65	2	3770.11	3	3440.71	4	3009.10	4	2681.69	3	2519.40	2	2412.02	3
4380.11	3	3765.23	10	3435.11	8	2988.98	6	2676.37	3	2517.61	4	2410.80	3
4375.01	15	3754.41	2	3434.77	2	2988.45	3	2674.54	4	2515.44	2	2408.81	3
4373.24	2	3754.28	4	3424.52	2	2986.31	2	2669.32	2	2510.74	6	2405.30	3
4296.94	2	3748.36	8	3421.39	3	2963.67	7	2668.49	2	2505.21	5	2403.55	2
4288.89	8	3744.32	4	3412.45	5	2962.26	3	2664.60	2	2503.24	4	2396.61	5
4278.74	2	3737.41	4	3406.70	2	2947.67	2	2663.83	4	2502.85	3	2392.55	5
4273.59	2	3735.43	5	3399.84	3	2946.71	3	2659.22	4	2502.50	2	2392.33	2
4211.32	10	3713.60	2	3396.99	10	2926.90	4	2658.49	2	2501.40	2	2390.75	2
4196.67	4	3713.16	5	3385.93	2	2924.20	5	2657.45	2	2498.3	2	2385.52	2
4154.53	3	3701.10	10	3377.26	2	2913.46	2	2654.87	2	2496.06	2	2383.69	2
4135.43	8	3698.75	5	3372.40	3	2910.30	10	2652.01	5	2491.99	6	2377.89	2
4129.06	8	3698.40	3	3368.52	2	2897.75	3	2642.90	2	2490.85	10	2371.15	2
4121.87	6	3695.70	7	3360.96	} 2	2896.19	3	2641.75	2	2485.92	2	2367.15	2
4119.86	6	3692.51	15	3360.04		2880.77	2	2639.38	3	2482.84	3	2366.94	3
4116.48	2	3690.87	8	3338.69	2	2878.3	2	2639.13	2	2480.50	2	2364.71	3
4107.62	2	3681.22	4	3336.87	2	2874.49	2	2638.85	3	2477.65	2	2364.21	2
4097.66	4 + N	3674.90	2	3323.27	8	2867.40	2	2635.42	3	2477.30	2	2359.66	} 2
4088.60	} 2	3667.06	2	3307.51	3	2863.59	} 2	2634.78	2	2475.75	6	2359.25	
4087.90		3666.38	4	3300.61	2	2863.03		2630.45	4	2471.90	2	2350.46	2
4082.95	5	3662.03	3	3294.45	2	2845.82	5	2628.22	3	2467.31	2	2349.76	2
4077.71	2	3658.11	15	3289.29	2	2826.86	3	2627.89	2	2466.23	3	2346.86	2
4056.50	2	3655.00	3	3283.77	5	2822.45	2	2626.70	3	2463.51	4	2346.52	3
4053.60	2	3639.67	3	3280.72	4	2819.35	6	2625.51	7	2461.13	6	2336.92	2
4049.18	} 2	3626.77	8	3271.79	3	2807.55	3	2611.87	2	2459.3	2	2334.88	3
4048.55		3620.62	2	3267.62	4	2804.05	2	2609.25	5	2458.99	6	2333.40	4
4023.29	3	3614.94	4	3263.30	2	2802.41	3	2606.84	2	2456.26	3	2326.76	3
3996.31	4+N	3612.65	7	3233.47	4	2797.11	3	2603.41	3	2455.79	5	2321.95	2
3995.80	2	3597.33	10	3220.90	2	2792.90	4	2597.20	4	2448.35	3	2312.74	2
3984.56	3	3596.35	10	3207.41	5	2790.88	4	2595.51	2	2447.91	2	2298.30	2
3975.49	4	3590.69	2	3191.33	2	2781.89	4	2593.75	2	2446.75	2	2294.15	3
3959.02	10	3583.70	2	3188.70	2	2778.23	5	2592.29	3	2445.19	2	2290.10	3
3958.39	2	3583.30	6	3188.01	6	2775.86	4	2587.40	3	2444.84	2	2284.18	2
3942.88	5	3570.41	4	3174.60	4	2774.27	2	2586.51	3	2444.17	4	2276.98	2
3935.98	4	3564.33	2	3167.05	3	2773.17	2	2582.98	2	2443.80	3	2263.52	2
3934.39	6	3549.72	5	3159.37	6	2766.62	4	2581.82	5	2442.80	2	2246.48	2
3922.36	3	3544.14	4	3155.86	2	2764.91	4	2579.85	3	2438.85	3	2242.80	2
3913.67	2	3542.10	2	3153.79	2	2761.35	3	2569.18	} 3	2436.93	3	2237.80	2
3877.50	3	3538.40	2	3152.70	2	2756.91	3	2568.94		2431.92	4	2226.65	2
3870.18	5	3538.31	3	3151.55	2	2754.18	3	2567.02	2	2431.61	2	2225.06	2
3856.65	15	3537.29	2	3141.31	4	2747.71	3	2566.17	2	2430.91	2	2187.68	3
3856.15	2	3528.5	15	3118.10	3	2740.00	6	2565.20	2	2430.08	3	2167.41	4
3834.91	2	3528.19	2	3101.96	} 3	2737.50	7	2562.05	2	2429.60	2	2163.25	4
3834.04	6	3511.96	2	3101.63		2730.82	2	2560.01	3	2429.20	2	2158.26	3
3828.62	7	3507.51	7	3096.85	4	2729.02	3	2558.00	2	2427.40	2		

Palladium.

Das Funkenspektrum des Palladiums ist auf Tafel XXXIX, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLIX, Nr. 10, und Tafel LIII, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Spektrum wurde mit Hilfe von Palladiummetallelektroden erhalten, welche von Heraeus in Hanau herrührten und welches Metall durch geringe Mengen von Calcium, Kupfer und Rhodium verunreinigt war. Im sichtbaren Teile bis 4541.32 liegen keine genauen Messungen des Funkenspektrums vor. Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Wellenlängen von Funkenlinien in diesem Bezirke beziehen sich auf Funkenlinien, welche auch im Bogen vorkommen und wurden in dem Bezirke von 7016.82 bis 5739.88 unseren Messungen im sichtbaren Teile des Bogenspektrums [1]) entnommen. Von da ab wurden die Messungen

[1]) Eder und Valenta, Sitzungberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 565.

[2]) Siehe 1. c.

des Palladiumbogenspektrums von Kayser[2]) und von 4541.32 bis 2135.23 jene im Funkenspektrum dieses Elementes von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) benützt. Das Palladiumfunkenspektrum besitzt insbesondere im brechbareren Teile des Spektrums eine große Anzahl kräftiger und charakteristischer Linien, von denen sich einige, wie zum Beispiel die Linien 2776.95, 2854.70, 3404.80, 3421.41, 3517.11, 3553.21 und insbesondere die Linien 3634.83 und 3609.70 zur Ermittlung der Gegenwart dieses Metalles, wenn dasselbe sich als Verunreinigung in einem anderen Elemente vorfindet, eignen. Das Funkenspektrum des Palladiums läßt sich mittels des Quarzprismenapparates bei Verwendung eines kräftigen Flaschenfunkens und Palladiumelektroden an der Luft bis zirka 1910 verfolgen; von der letzten von Exner und Haschek gemessenen Linie bis 1910 sind noch zahlreiche Linien vorhanden, wie die Abbildung des Quarzfunkenspektrums, Tafel LIII, Nr. 8, zeigt. Die letzte am Negative noch erkennbare Linie liegt bei zirka 1873.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6784.83	3	4708.26	2	3258.91	7	2841.13	4	2613.51	4	2446.80 }	6	2336.67 }	4
6508.7	2	4677.62	2	3251.79	7	2840.00	4	2609.94	2	2446.25 }	8	2336.51 }	4
6188.29	2	4590.19	3	3243.26 }	5	2837.75	2	2605.77	2	2444.37	2	2331.49	4
6130.83	2	4541.32	2	3242.91 }	10	2823.2	2	2602.85	4	2443.68	2	2322.67 }	2
5760.11	2	4473.74	5	3210.56	3	2822.0	2	2596.07	5	2437.97	2	2321.99 }	3
5739.88	2	4213.16	15	3179.55	2+Ca	2814.09	3	2593.33	6	2436.58	3	2315.95	3
5736.83	4	4170.02	3	3170.39	3	2807.70	3	2583.93	5	2435.40	7	2308.68	3
5695.29	4	4166.50	3	3162.08	5	2802.57	3	2577.17 }	4	2433.19	6	2307.59	3
5690.33	2	4087.49	6	3155.72	4	2801.65	2	2576.48 }	2	2431.02 }	6	2302.10	4
5670.26	5	3958.80	8	3142.93	3	2800.75	2	2575.55	2	2430.61 }	2	2299.50	2
5655.63	3	3894.39	10	3132.62	3	2788.02	6	2569.65	6	2426.95 }	8	2296.60	5
5642.90	3	3832.50	8	3114.17	6	2779.79	2	2565.60	8	2426.27 }	2	2293.78	2
5619.67	4	3799.36	7	3109.28	3	2776.95	8	2561.11	3	2425.86 }	2	2293.42	2
5608.23	3	3738.99	3	3105.45	2	2763.17	5	2551.93 }	8	2424.57	7	2282.18	3
5601.87	2	3719.09	6	3065.43	5	2742.67	4	2550.73 }	4	2418.80	8	2280.86	3
5547.22	5	3690.57	10	3059.55	4	2731.90	4	2544.91	3	2416.75	2	2270.30	2
5543.00	5+N	3634.83	20	3052.26	4	2727.92	4	2539.53	2	2415.70	2	2264.40	3
5529.66	4+N	3609.70	20	3050.28	3	2727.02	2	2538.03	2	2414.81	7	2262.59	2
5497.06	3+N	3596.80	2	3041.78	2	2714.99 }	5	2537.22	} 2	2413.45	2	2262.22	2
5435.38	2	3571.34	8	3032.32	6	2714.40 }	4	2536.86		2408.79	3	2261.83	} 2
5395.47 }	6	3553.21	15	3028.03	6	2709.25	2	2534.66 }	5	2406.83	4	2260.60	
5394.96 }	2	3517.11	10	3019.75	2	2698.63	3	2534.3 }	2	2401.55	3	2252.11	2
5362.86	3	3508.10	3	3018.59	2	2696.5	2	2514.56	4	2388.37	5	2251.56	2
5345.28	3	3489.92	8	3009.95	2	2694.0	2	2505.82	10	2382.62	5	2231.71	3
5312.75	3	3481.34	10	3002.76	3	2688.63	3	2498.90	10	2377.98	3	2229.32	2
5295.74	20	3468.72	3	2999.67	4	2687.75	3	2496.81	3	2372.21	7	2223.80	2
5256.32	2	3460.90	10	2980.75	8	2684.87	2	2489.70 }	4	2368.00	8	2222.40	2
5234.99	6	3451.52	8	2956.60	2	2679.69 }	3	2489.01 }	8	2364.87	2	2218.22	3
5209.04	3	3441.61	8	2954.49	3	2679.20 }	2	2488.50 }	2	2363.60	2	2217.56	2
5163.97	10	3433.62	8	2935.12	3	2677.96	} 2	2486.61	10	2362.39	7	2217.38	2
5127.85	2	3421.41	10	2927.36	2	2677.15		2479.20	2	2359.30	2	2214.11	2
5117.16	5	3404.80	20	2925.52	3	2661.25	3	2477.11 }	3	2357.69	5	2212.21	3
5110.94	4	3397.50	2	2922.60	3	2658.85 }	10	2476.54 }	2	2354.84 }	3	2207.56	2
5063.55	2	3373.13	8	2893.20	3	2657.68 }	5	2472.63 }	5	2354.27 }	2	2202.41	3
4972.08	2	3354.1	} 2	2878.12	5	2649.58	3	2471.26 }	6	2351.93 }	4	2198.30	3
4919.01	2	3353.50		2871.48	4	2642.30	3	2470.14 }	6	2351.40 }	8	2182.42	2
4875.58	6	3327.37	2	2859.40	2	2640.28	2	2469.37 }	8	2347.60	2	2162.32	2
4817.66	8	3302.31	8	2857.81	3	2637.18	2	2457.84 }	4	2347.34	2	2144.30	1
4788.33	6+N	3287.39	4	2854.70	20	2636.02	8	2457.37 }	4	2346.54	3	2137.31	1
4776.72	8	3272.70	3	2853.75	2	2630.40	2	2454.83	3	2345.03	2	2135.65 }	1
4724.20	5	3267.50	6	2846.85	2	2628.34	8	2448.23	6	2337.83	3	2135.23 }	1

Osmium.

Das Funkenspektrum des Osmiums, wie es auf Tafel XXXIX, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel L, Nr. 4 und LIII, Nr. 12 (Quarzprismenspektrum), abgebildet ist, wurde mit Hilfe von Osmiummetallelektroden von Auer von Welsbach erhalten. Das benützte Material war durch Calcium, Kupfer, Eisen und durch einige Metalle der Platingruppe verunreinigt.

Da es im sichtbaren Teile nur ab 4632.03 gegen das Ultraviolett genau gemessen wurde, haben wir jene Linien im sichtbaren Teile, welche sich auch im Bogen finden, in die folgende Tabelle eingetragen und die dort vorfindlichen Zahlen unseren eigenen Messungen[1]) sowie jenen von H. Kayser[2]) entnommen. Die Zahlen ab 4632.03 entsprechen Exner und Hascheks Messungen (Wellenlängentabellen, 1902) der Linien des Osmiumfunkenspektrums. Das Funkenspektrum des Osmiums ist weder im sichtbaren noch im ultravioletten Bezirke besonders reich an kräftigen Linien. Meistens sind es sehr schwache Linien, zum Teil zu dichten Gruppen vereint, welche die Hauptmenge der Linien des ultravioletten Bezirkes ausmachen. Die Abbildung auf Tafel LIII zeigt, daß sich auch im äußersten Ultraviolett, soweit dasselbe bei Gegenwart von Luft erhalten werden kann, noch zahlreiche gleichfalls meistens schwache Linien vorfinden, deren letzte, nur mehr am Negative erkennbar, bei zirka 1985 liegt.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 564.

[2]) Siehe l. c.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6162.61	2	4175.79	3	3598.26	2	3182.02	2	2978.67	} 3	2749.28	} 3	2503.76	4
5996.29	3	4173.42	3	3561.04	5	3178.21	2	2978.33	}	2748.94	}	2498.51	2
5860.91	2	4135.95	6	3559.96	3	3174.09	5	2971.12	3	2748.00	3	2497.15	2
5858.01	4	4129.10	2	3542.87	3	3168.40	2	2962.42	} 3	2740.71	} 2	2489.35	2
5800.81	3	4124.76	2	3528.76	4	3166.62 }	3	2962.28	}	2740.42	}	2488.63	2
5781.04	3	4112.17	5	3523.80	2	3165.78 }	5	2949.95 }	2	2731.47 }	2	2486.36	5
5728.75	2	4103.79	3	3518.85	2	3156.38	7	2949.64 }	3	2730.76 }	2	2468.99	3
5722.18	5	4091.99	2	3513.15	2	3131.24	3	2948.31	4	2715.73	2	2465.26	3
5645.63	1	4088.60	2	3504.83	3	3129.34	2	2943.06	4	2714.74	3	2457.79	2
5620.38	2	4074.85	4	3487.40	2	3118.46	4	2919.91	3	2708.27	4	2454.56	2
5584.72	4	4071.77	} 3+O	3479.53 }	2	3111.23	2	2917.35	3	2697.33	3	2453.33	} 2
5523.80	7	4071.05	}	3478.67 }	2	3109.80 }	2	2912.46	3	2692.82	} 3	2452.74	}
5202.79	3	4066.90	5	3462.37	2	3109.50 }	3	2909.19	5	2692.04	}	2451.83	} 2
5149.90	2	4042.08	2+N	3444.6	2	3109.10 }	2	2899.40	2	2691.50	}	2451.63	}
5103.67	2	4029.7	2	3427.60	2	3105.10	2	2886.36	2	2689.91	3	2441.79	2
5031.99	1	4018.39	2	3421.90	2	3093.71	2	2885.32	2	2682.29	2	2428.44 }	2
4937.52	2	4004.19	} 3	3412.95	2	3091.27	} 4	2880.37	2	2677.46	2	2428.00 }	3
4912.77	2	4003.64	}	3406.80	} 2	3090.65	}	2872.53	2	2674.98	} 2	2427.81 }	2
4899.39	2	3977.38	3	3406.43	}	3090.23	}	2871.43	2	2674.65	}	2424.13 }	2
4865.76	5	3969.86	2+Ca	3402.03	3	3083.90	2	2863.51	2	2667.55	2	2423.19 }	2
4816.11	4	3963.79	3	3397.15	3	3077.85	4	2861.07	3	2658.70	2	2405.20	3
4794.18	8	3961.60	} 2	3387.99	2	3074.23	2	2850.89	3	2644.20	3	2392.58	2
4744.05	3	3961.19	}	3384.75	2	3073.24	2	2844.50	3	2640.60	2	2375.15	3
4738.51	} 4	3955.52	2	3374.0	2	3070.06	2	2843.11	2	2639.15	2	2367.44	4
4738.22	}	3938.75	2	3370.76	4	3062.29	3	2838.74	5	2637.23	2	2358.77	2
4692.22	3	3895.33	2	3354.1	2	3058.77	5	2816.85	3	2634.40	2	2355.37	2
4663.98	4	3882.03	3	3351.9	2	3051.28	} 4	2813.89	3	2631.97	2	2350.33	2
4634.93	2	3876.90	4	3336.31	3	3050.50	}	2807.04	3	2617.85	4	2336.89	3
4617.95	3	3836.19	2	3327.57	2	3049.56	}	2804.16	2	2592.74	} 2	2325.76	2
4550.60	2	3794.05	4	3311.07	2	3049.08	}	2794.33	} 2	2592.27	}	2324.35	} 2
4484.90	2	3790.28	4	3301.75	4	3042.85	5	2794.10	}	2592.12	}	2324.07	}
4420.63	6	3782.37	5	3275.32	2	3041.03	4	2786.41	2	2586.96	} 3	2315.55	} 2
4395.05	4	3777.15	2	3269.33	2	3033.35	} 3	2783.99	2	2586.19	}	2315.26	}
4365.85	3	3752.71	6	3268.09 }	3	3032.92	}	2778.75	2	2585.73	}	2313.86	2
4328.84	4	3720.30	} 2	3267.35 }	2	3031.40 }	2	2773.61	2	2580.15	6	2306.14	2
4326.43	3	3719.66	}	3262.88 }	3	3030.80 }	3	2765.59	} 2	2578.39	3	2282.34	2
4311.55	4	3713.00	2	3262.44 }	5	3027.64	2	2765.16	}	2571.88	} 2	2273.32	} 2
4294.17	4	3692.81	3	3261.20	2	3019.49	2	2764.05	} 2	2571.06	}	2273.11	}
4286.06	2	3671.05	2	3232.19	4	3018.17 }	3	2763.37	}	2563.25	5	2255.90	2
4269.75	2	3668.39	2	3220.4	2	3017.35 }	2	2761.54	} 2	2548.90	3	2231.27	2
4264.90	2	3665.08	2	3213.45	8	3008.02	2	2761.18	}	2538.09	3	2228.06	2
4261.01	6	3657.05	2	3208.05	2	2992.25	2	2757.90	2	2532.05	3	2226.9	2
4212.02	4	3654.65	2	3196.15	2	2989.23	2	2753.8	} 2	2527.84	2	2208.39	2
4201.54	2	3640.50	3	3194.38	2	2983.62	} 4	2753.4	}	2519.14	3	2194.51	2
4190.05	2	3616.72	2	3186.55	5	2983.30	}	2751.33	} 3	2512.42	2	2164.95	2
4180.40	2	3604.66	6	3182.72	2	2983.04	}	2750.63	}	2509.81	4		

Iridium.

Das Funkenspektrum des Iridiums ist auf Tafel XL, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel L, Nr. 3 und LIII, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Als Material bei Erzeugung des Funkens wurde Iridiummetall von Schuchardt in Görlitz, ferner von Heraeus in Hanau verwendet. Diese Materialien erwiesen sich als durch geringe Mengen von Calcium, Eisen, Rhodium und Ruthenium verunreinigt.

Das Funkenspektrum des Iridiums ist im sichtbaren Teil bis 4570.20 bisher nicht genau gemessen worden. Es ist in diesem Teile ziemlich lichtschwach und sind deshalb bei unserer Aufnahme (Tafel XL, Nr. 1) nur wenige Linien zu sehen, deren Wellenlängen wir in der folgenden Tabelle nach unseren[1]) Messungen und nach jenen von H. Kayser[2]) im Bogenspektrum identifiziert haben.

Ab 4570.20 liegen genaue Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Im äußersten Ultraviolett, wie es der Iridiumfunken an der Luft im Quarzspektrographen gibt und wie es auf Tafel LIII, Nr. 11, abgebildet erscheint, sind über 2126.88, welche Linie von Exner und Haschek gemessen wurde, noch ziemlich viele, zum Teil sehr scharfe Linien vorhanden. Die letzte dieser Linien ist auf der Platte bei zirka 2014 erkennbar. Die Intensitäten der in der folgenden Tabelle enthaltenen Linien sind den Aufnahmen, die unseren Abbildungen des Iridiumfunkens zu Grunde liegen, angepaßt.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt IIa, 1910, S. 541.

[2]) Siehe l. c.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5894.32	1	3873.30	3	3312.32	2	3020.12	2	2793.91	3	2544.65	2	2372.85	2
5769.11	2	3865.79	3	3310.70	2	3019.35		2785.32	2	2544.07	4	2369.26	2
5745.63	2	3856.85	3	3300.77	2	3017.42	2	2781.41	2	2542.13	2	2368.40	2
5625.76	2	3856.20		3287.75	2	3011.82	2	2775.08	6	2539.69	2	2368.09	4
5454.72	3	3817.39	2	3287.23	2	3010.00	2	2772.56	3	2537.30	3	2363.13	2
5449.72	4	3800.25	10	3277.45	2	3007.80	2	2771.74		2534.51	2	2360.79	2
5364.51	2	3794.23	2	3271.96	2	3005.32	2	2763.29	3	2533.20	2	2359.44	
5178.13	3	3793.95		3271.40	2	3003.75	2	2753.95	2	2530.49	2	2358.82	
4809.64	2	3771.75	2	3266.60	5	3002.37	2	2752.96	3	2529.55		2357.99	
4807.30	2	3770.86		3262.18	3	3002.07		2747.60	2+Fe	2528.48	2	2357.39	
4795.83	3	3747.36	4	3261.52		2996.20	2	2740.42	3+Fe	2526.02	2	2355.61	2
4778.33	4	3734.93	5	3254.57	2	2990.77	2	2732.51	4	2521.30	2	2355.12	
4756.61	2	3731.49	5	3253.53	3	2980.79	2	2731.33	3	2518.00	2	2353.20	2
4729.01	2	3728.17	5	3241.69	3	2975.06	2	2731.20		2512.67	5	2350.70	2
4709.03	2	3725.53	2	3240.86	2	2971.50	4	2714.17	4	2512.20	3	2341.76	2
4669.13	3	3722.58	2	3232.18	4	2964.22	2	2712.81	2	2504.43	2	2340.14	2
4656.33	2	3712.61	3	3230.95	2	2954.90	4	2711.65	2	2503.09	3	2339.36	
4640.23	2	3692.85	3+Rh	3229.43	4	2951.30	3	2708.72	3	2500.32	2	2335.03	2
4616.55	2	3692.34		3222.65	3	2949.86	2	2705.29	4	2493.17	3	2330.59	2
4570.18	2	3689.42	3	3221.45	2	2947.05	2	2696.90	2	2488.36	3	2329.50	2
4550.97	2	3684.50	2	3220.95	5	2943.28	4	2694.32	4	2484.35	2	2327.33	2
4548.70	2	3675.13	4	3219.66	3	2940.66	2	2690.66	2	2481.23	3	2326.20	3
4545.87	2	3664.87	3	3218.61	2	2939.39	3	2683.90	3	2475.20	2	2324.79	3
4495.55	2	3661.89	3	3213.68	2	2938.55	2	2676.90	2	2469.58	4	2324.20	2
4492.33	2	3653.35	6	3212.29	3	2936.77	3	2673.70	2	2467.60	2	2323.74	3
4478.61	2	3636.38	3	3201.06	3	2934.74	4	2670.01	2	2467.35	2	2317.51	2
4426.47	3	3635.65	2	3180.55	2	2929.85	3	2664.90	3	2464.50	2	2315.25	2
4404.01	2	3629.94	1	3177.74	2	2925.22	3	2664.53	2	2461.32	2	2315.00	
4399.72	10	3629.70	1	3169.05	3	2924.91	4	2663.77	2	2457.34	2	2314.20	2
4377.20	2	3628.86	4	3168.34	2	2921.22	3	2662.71	2	2455.65	2	2310.64	2
4311.70	4	3626.45	3	3164.01	2	2919.26	2	2662.09	3	2455.05		2306.85	2
4310.80	3	3625.87		3159.30	3	2918.65	2	2661.35	2	2452.90	2	2304.30	2
4301.81	3	3617.40	3	3154.86	2	2916.45	2	2651.91	2	2452.35		2301.00	2
4268.28	4	3609.93	2	3154.70		2907.32	2	2639.81	3	2443.28	2	2298.34	2
4259.30	2	3606.01	8	3150.79	2	2904.91	2	2638.42	2	2440.22	2	2297.24	2
4183.35	2	3594.58	3	3137.82	4	2902.06	3	2634.35	2	2436.36	2	2290.91	3
4182.65		3594.32	2	3133.44	6	2897.26	3	2617.89	2	2432.60	1	2281.12	2
4172.77	2	3583.56	2	3122.51	2	2892.37	3	2617.17		2432.45	1	2280.69	
4139.20	2	3573.90	7	3121.90	3	2882.72	3	2611.38	2	2432.02	2	2272.90	2
4133.15	2	3559.19	3	3120.88	3	2879.50	3	2610.60		2431.34	2	2272.60	
4115.92	3	3557.34	3	3118.95	3	2877.75	2	2610.00		2430.83	1	2269.00	2
4100.27	2	3535.99	3	3117.44	3	2876.07	3	2609.30		2427.84	2	2265.26	2
4092.75	3	3522.21	4	3114.66	2	2875.70	3	2608.32	2	2426.40	2	2260.75	2
4070.82	3+O	3516.10	3	3114.15		2872.15	3	2607.60		2425.85		2259.47	2
4041.56	2	3513.85	8	3100.53	3	2872.05	3	2606.64		2424.80	2	2258.58	2
4040.25	2	3512.40	2	3100.40	2	2867.81	2	2599.11	2	2418.20	2	2257.58	2
4033.92	4	3512.08		3088.14	3	2850.90	2	2595.90	4	2417.98	2	2253.30	2
4025.55	2	3510.85	2	3086.55	2	2849.84	4	2592.15	2	2413.19	2	2246.99	2
4020.20	6	3484.67	2	3083.35	2	2840.32	3	2591.14	2	2412.90		2245.85	2
3992.30	5	3484.26		3083.06		2839.29	3	2586.15	6	2412.51		2242.75	3
3976.49	7	3476.64	2	3076.78	2	2837.42	2	2581.02	2	2410.34	2	2238.37	2
3969.31	3	3475.70		3069.18	2	2836.50	2	2579.58	4	2408.45	2	2237.14	2
3952.10	2	3449.12	5	3068.96	3	2833.32	10	2577.33	3	2404.17	2	2233.52	2
3946.40	2+N	3446.47	3	3057.40	3	2824.56	4	2573.04	2	2403.14	2	2221.18	2
3935.00	4	3437.65	2	3052.30	2	2823.28	2	2564.28	2	2401.26	2	2205.08	2
3934.03	3+Ca	3437.19	3+N	3049.55	2	2812.19	3	2563.02	3	2398.84	5	2197.59	2
3915.52	4	3435.03	3	3047.25	3	2800.90	2	2562.08	2	2391.34	3	2190.46	2
3902.99	2	3368.67	6	3042.74	6	2800.71	3	2561.90		2390.71	2	2179.05	2
3902.81	2	3366.70	2	3039.34	3	2798.26	2	2558.60	3	2390.59	2	2169.53	2
3902.69	3	3334.35	3	3029.46	2	2797.80	3	2554.42	2	2384.91	4	2152.78	2
3895.72	5	3323.04	2	3026.49	3	2797.45	3	2546.10	2	2381.88	4	2126.88	2
3873.75	3	3322.77	2	3025.96		2796.55	2						

Platin.

Das Funkenspektrum des Platins ist auf Tafel XL, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVI, Nr. 10 (Glasprismenspektrum), weiters auf Tafel XLIX, Nr. 11 und LIII, Nr. 7 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Es ist im sichtbaren Teile bis 4684.24 bisher nicht genau gemessen worden. Wir haben deshalb auf den Negativen, welche zur Herstellung der heliographischen Abbildungen dienten, jene Linien ermittelt, welche sich auch im Bogen vorfinden und die Wellen-

längen dieser Linien unseren Messungen [1]) sowie jenen von H. Kayser [2]) im Platinbogenspektrum entnommen und die Intensitäten nach den erwähnten Aufnahmen bestimmt. Ab 4684.24 wurden die Zahlen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) benützt. Das verwendete Material war ein von Schuchardt bezogenes Platinmetall, das nur wenig mit Calcium, Eisen und Iridium verunreinigt war. Im Ultraviolett zeigt das Funkenspektrum des Platins einige charakteristische und kräftig hervortretende Linien. Bei entsprechend langer Belichtung und Benützung des Quarzspektrographen tritt unterhalb der letzten genauer gemessenen Linie 2088.8 noch eine Anzahl von Linien ziemlich deutlich hervor, deren äußerste (wie die Aufnahme auf Tafel LIII, Nr. 7, zeigt) bei zirka 1912 liegt.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6760.36	4	5260.98	2	4164.72	4	3302.02	7	2865.10	2	2578.46	2	2396.79	3
6710.65	3	5257.61	2	4118.83	10	3290.37	3	2861.75	2	2572.70	4	2396.29	1
6648.57	2	5227.78	5	4092.41	2	3256.06	3	2830.39	6	2552.35	2	2386.60	3
6523.71	6	5208.78	2	4081.64	2	3252.14	3	2822.61	3	2539.31	2	2383.74	2
6490.78	2	5194.05	1	4061.81	2	3243.85	2	2814.11	3	2536.57	2	2377.35	8
6399.10	2	5118.58	2	4046.60	3	3204.19	5	2813.48		2536.08	1	2371.70	2
6326.86	3	5095.95	2	3996.72	2+N	3200.86	4	2803.33	2	2524.42	2	2368.35	2
6318.70	3	5059.66	6	3970.21	2	3159.22	4	2794.32	6	2515.67	2	2366.55	2
6292.11	2	5044.65	5+N	3966.51	4	3156.69	4	2793.39	2	2515.15	2	2357.17	2
6282.53	3	5044.19		3948.53	2	3139.49	4	2788.71	2	2513.99	4	2368.64	2
6216.24	2	4980.53	2	3923.15	5	3100.13	4	2774.90	5	2508.60	2	2340.27	2
6172.80	2	4879.70	5	3911.06	2	3064.82	10	2771.79	3	2498.59	3	2339.25	2
6141.86	2	4854.07	4	3900.89	3	3042.72	6	2763.33	2	2495.90	3	2335.29	2
6026.28	3	4831.37	2	3898.88	2	3036.52	4	2755.00	3	2490.24	2	2326.45	2
6024.51	1	4739.92	3	3868.56	2	3031.25	2	2753.94	2	2488.92	4	2320.01	3
5979.33	2	4737.72	3	3818.81	3	3017.97	3	2747.67	2	2487.29	2	2313.16	2
5964.69	5	4658.12	2	3801.20	2	3017.35		2734.03	6	2487.09	3	2311.09	5
5861.08	3	4641.00	2	3706.67	2	3002.39	3	2729.98	2	2482.15	2	2308.15	2
5845.06	6	4552.60	6+N	3700.06	2	3001.31	6	2726.49	2	2471.12	2	2288.26 [3])	3
5840.35	6	4548.06	2	3687.55	2	2998.08	8	2719.10	4	2467.66	3	2287.57	2
5763.78	3	4523.23	2	3683.11	2	2960.87	3	2717.68	4	2467.52	2	2281.40	2
5762.89	2	4521.11	3	3674.20	2	2959.23	3	2705.98	5	2450.55	5	2271.83	2
5700.67	2	4514.32	3	3672.15	3	2958.65		2702.49	6	2442.72	6	2251.59	3
5699.19	2	4511.46	2	3643.30	5	2929.90	6	2698.51	3	2440.16	4	2245.59	3
5560.26	3	4498.89	6	3638.95	3	2919.45	2	2679.21	2	2436.77	2	2229.46	2
5526.08	4	4457.21	2	3629.01	2	2913.66	3	2677.23	4	2434.53	6	2229.32	
5514.32	4	4442.73	5	3628.27	4	2912.38	3	2659.53	9	2429.45	3	2190.39	2
5478.70	8	4437.45	2	3577.37	2	2899.79	2	2650.96	4	2428.30	2	2165.27	2
5475.99	7	4392.00	2	3551.51	2	2897.99	3	2646.99	4	2428.14	2	2144.34	3
5452.98	3	4358.55	2	3536.04	2	2894.00	4	2639.41	2	2424.99	8	2130.81	2
5391.01	5	4327.22	3	3485.42	5	2890.51	3	2628.10	5	2420.92	4	2128.70	2
5388.11	3	4302.59	2	3483.57	3	2877.58	4	2625.42	5	2418.15	3	2127.54	2
5369.19	4	4288.54	2	3408.29	7	2875.9	3	2616.82	4	2417.83	2	2115.70	2
5319.54	3	4288.20		3323.92	2	2875.2	3	2603.22	2	2405.83	3	2097.50	2
5301.18	10	4192.58	3	3315.20	3	2867.04	2	2596.09	2	2403.20	2	2088.8	2
5286.29	2												

Kupfer.

Das Funkenspektrum des Kupfers ist auf Tafel XL, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVII, Nr. 1 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 10, und LIII, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Als Material zur Herstellung des Funkenspektrums diente Elektrolytkupfer, welches nur in sehr geringem Maße durch Silber und Calcium verunreinigt war. Bei der Aufnahme mittels des Glasspektrographen wurde Kupferchlorid auf Kohle verwendet.

Das Funkenspektrum des Kupfers, wie es auf Tafel XL abgebildet ist, läßt neben dem Linienspektrum Andeutungen von Banden erkennen. Es wurde von uns [4]) im sichtbaren Teile und im Ultraviolett gemessen. Ferner liegen Messungen im Ultraviolett von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Die in der folgenden Tabelle angeführten Intensitäten sind den Abbildungen des Gitterspektrographen unter Heranziehung der Aufnahmen mit dem Quarzprismenspektographen angepaßt worden.

Die Abbildung auf Tafel LIII zeigt den Linienreichtum dieses Spektrums im Ultraviolett und demonstriert, daß dieses Spektrum, mittels des an der Luft überspringenden Funkens hergestellt, bis zirka 1938.35 reicht. Für den kurzwelligen Spektralbezirk gibt das Funkenspektrum des Kupfers eine Reihe schätzbarer Normallinien, welche dem Spektralanalytiker eine bequeme Orientierung ermöglichen, wenn auch Linien teilweise unscharf sind.

1) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXIX, Abt. IIa, 1910, S. 565.

2) Siehe l. c.

3) Von hier ab sind die Linien auf Tafel XL, Nr. 3, nicht zu sehen, kommen aber auf Tafel LIII, Nr. 7, bei der langen Exposition kräftig zum Ausdruck.

4) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1895; ferner: Normalspektren einiger Elemente zur Wellenlängenbestimmung im äußersten Ultraviolett und Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1899; siehe auch: Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 175 und 383.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6381.1	2	4758.61	2	3483.90	4	2883.05	2	2522.45	3	2370.95	3	2175.14	3
6219.5	2	4704.82	5+O	3476.13	3	2877.97	4	2518.54	3	2369.95	10	2165.14	2
5782.30	8	4697.83	4	3450.50	4	2837.68	3	2513.22	4	2368.28	2	2161.44	2
5768.65	2+N	4674.98	5	3381.55	2	2824.49	5	2511.46	4	2356.70	4	2151.95	2
5732.50	2	4651.38	6+O	3381.3	2	2769.89	8	2508.68	3	2355.24	3	2149.05	3
5700.39	4	4587.17	6	3365.51	3	2766.47	3+Ag	2506.51	9	2348.90	2	2136.05	4
5696.68	2	4556.06	3	3349.40	2	2745.57	4	2497.69	2	2346.23	3	2134.51	2
5679.42	3+N	4539.9	3	3337.97	3	2741.18	4	2496.12	3	2336.31	3	2126.09	4
5555.15	2	4531.02	2	3319.78	3	2740.07	2	2492.21	4	2316.08	2	2125.26	2
5495.12	4+N	4509.59	5	3317.30	8	2737.65	2	2489.72	7	2303.18	3	2123.06	3
5463.55	2+N	4480.52	2	3308.07	3	2722.00	3	2486.57	4	2294.44	6	2117.44	3
5450.62	2	4416.06	2	3290.67	4	2719.01	5	2485.99	4	2293.98	3	2112.19	4
5438.79	2	4378.38	3	3282.79	3	2713.77	7	2482.37	3	2291.16	3	2104.88	3
5410.97	2	4275.30	10	3279.92	2	2703.45	6	2481.2	4	2286.79	3	2098.51	2
5408.55	2	4249.15	2	3274.09	10	2701.30	9	2478.36	2	2276.30	5	2088.12	3
5391.92	2	4177.92	5	3247.65	15	2689.58	8	2473.50	5	2265.50	2	2085.39	3
5360.20	2	4123.38	2	3243.27	4	2666.59	4	2468.60	5	2263.89	} 2	2078.83	2
5357.27	2	4062.87	5	3235.82	3	2644.06	2	2465.97	3	2263.27	}	2067.58	1
5352.85	2	4043.62	3	3231.25	2	2618.47	5	2458.85	3	2255.12	2	2066.46	1
5309.41	2	4022.85	4	3226.60	2	2609.42	4	2453.16	4	2249.13	2	2055.05	3
5292.75	6	3954.98	2	3224.75	2	2600.53	7	2444.54	4	2247.08	6	2043.84	3
5270.13	2	3791.2	2	3223.55	2	2599.13	4	2441.73	3	2242.68	6	2037.16	2
5232.80	2	3687.75	3	3208.32	3	2590.79	4	2436.02	3	2230.18	2	2035.93	2
5220.25	6	3686.69	2	3194.22	3	2573.52	2	2430.64	3	2228.94	3	2031.08	2
5218.45	10	3636.05	2	3169.77	3	2572.00	3	2424.69	3	2226.94	2	2025.53	2
5203.47	2	3621.31	} 2	3159.85	3	2571.99	} 3	2422.03	2	2218.18	5	2016.85	2
5201.14	3	3620.60	}	3126.22	3	2571.14	}	2416.26	3	2215.38	2	2016.0	1
5153.40	10	3613.40	2	3108.79	5	2566.52	3	2412.46	2	2214.80	2	2015.69	1
5112.18	2	3602.17	5	3100.04	4	2545.09	10	2412.23	2	2210.35	4	2013.19	1
5105.75	8	3599.27	5	3094.11	2	2538.83	3	2405.63	2	2199.76	2	1999.71	3
4954.83	3	3533.88	3	3063.55	4	2535.47	3	2403.58	8	2195.87	3	1989.20	2
4932.86	3	3530.53	2	3036.20	4	2529.61	7	2400.23	7	2192.36	4	1979.27	2
4910.77	3	3527.60	2	3010.93	3	2526.84	4	2392.76	3	2191.2	2	1970.00	1
4867.33	2	3524.39	4	2961.30	6	2525.16	2	2391.83	2	2189.69	4	1944.11	2
4856.48	2	3520.13	2	2884.48	2	2523.23	3	2376.51	4	2179.45 [1]	4	1938.35	1
4794.23	2	3512.25	3										

Silber.

Das Funkenspektrum des Silbers ist auf Tafel XL, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVII, Nr. 2 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 11 und Tafel LIII, Nr. 2 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Erzeugung des Funkens wurden Elektroden aus chemisch reinem Silber ververwendet.

Wie die Abbildungen des Funkenspektrums zeigen, enthielt dieses Material als Verunreinigungen geringe Mengen von Kupfer und Calcium. Im sichtbaren Teile finden sich nur wenige Linien, unter denen die Hauptlinien 5209, 5465 und 5471 hervortreten.

Die Linie 6381, welche bisher dem Kupfer zugeschrieben wurde, dürfte eine Silberlinie sein, da dieselbe in dem nicht sehr reichlich belichteten Spektrum, dessen Abbildung auf Tafel XL, Nr. 7, zu sehen ist, deutlich hervortritt, während viel stärkere Kupferlinien, wie z. B. 5220 und 5218, nicht zu konstatieren sind.

Im blauen und im violetten Teile tritt das Luftspektrum außerordentlich kräftig hervor, so daß die in dasselbe eingebetteten schwachen Silberlinien kaum zu sehen sind. Dagegen ist der ultraviolette Bezirk 3400 reich an kräftigen wohlcharakterisierten Linien und finden sich auch in diesem Bezirke die zur Erkennung des Silbers, wenn es als Verunreinigung im Elemente vorkommt, dienenden Linien 3280 und 3383. Genauere Messungen der Linien des Funkenspektrums des Silbers wurden von uns seinerzeit unter Benützung eines Konkavgitters von kurzer Brennweite ausgeführt [2]).

Die Linien im sichtbaren Teile bis 5471.70 wurden in neuester Zeit von uns mit einem Konkavgitter großer Brennweite nachgemessen [3]). Im brechbareren Teile von 4673.9 bis 2106.77 liegen Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Im Ultraviolett wurden von uns Messungen im äußersten an der Luft erreichbaren Bezirke, ferner von F. Handke Messungen an Aufnahmen im Schumannschen Vakuumspektrographen ausgeführt, welche erstere den Bezirk von 2106.9 bis 1993.8, letztere jenen von 1966.60 bis 1674 umfassen [4]). Diese Linien sind nach Handke (Vakuumspektrograph) in die Tafeln eingraviert, in der Tabelle auf Wellenlängen an der Luft umgerechnet eingetragen worden.

[1]) Die Linien ab 2179 sind nur auf Tafel LIII zu sehen, auf welcher dieselben infolge langer Exposition sehr kräftig hervortreten.

[2]) Eder und Valenta, Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1895; siehe auch Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 190.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1091.

[4]) F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, Berlin 1909.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5545.86	5	3475.99	2	2756.58	15	2473.00	3	2364.09	5	2211.25	2	2015.9	3
5471.70	8	3389.5	2	2744.02	5	2469.67	3	2362.28	4	2208.58	2	2013.9	1
5465.63	15	3383.03	20	2721.86	3	2462.34	7	2358.95	5	2206.02	2	2011.7	1
5404.13	5	3352.21	2	2712.17 }	4	2460.40	7	2358.00	6	2202.18	2	2008.6	1
5401.10	5	3332.02	2	2711.31 }	15	2453.39	12	2342.00	2	2186.88 [2])	4	2007.3	1
5209.20	20	3312.82	2	2688.49	2	2448.01	12	2339.25	2	2171.9	2	2000.8	3
5123.85	2	3301.70	2	2681.48	8	2446.42	3	2332.37 }	2	2171.0	3	1999.7	2
4874.44	3	3299.60	2	2660.59	10	2444.30	5	2331.48 }	8	2166.65	4	1994.3	2
4848.33	3	3289.30	3	2656.94	8	2437.89	15	2325.20	5	2162.03	3	1993.8	3
4678.23	3	3280.81 [1])	20	2628.70	3	2436.70	2	2324.76	5	2149.3	2	1975.2	2
4668.70	3	3252.92	2	2625.80	3	2429.73	12	2321.64	2	2145.71 }	3	1966.0	2
4476.23	2	3245.10	3	2614.65	8	2428.29	3	2320.37	7	2144.9 }	2	1956.6	4
4448.4	2	3223.63	3	2606.23	8	2422.70	2	2318.60	2	2129.3	1	1952.0	2
4396.30	2	3216.85	2	2595.76	3	2420.19	8	2317.13	6	2125.5	3	1947.2	2
4311.25	3	3202.00	2	2580.86	15	2413.31	12	2309.7	3	2120.51	5	1945.1	2
4212.76	2	3180.85	4	2567.28	2	2411.49	10	2296.15	2	2113.90	5	1944.0	2
4210.87	3	3153.30	2	2564.50	4	2410.20	2	2286.57	2	2106.9	1	1931.5	2
4096.70	2	2938.66	4	2563.02	4	2405.08	3	2280.10	4	2103.9	1	1923.6	2
4086.08	5	2934.35	10	2553.52	2	2402.68	3	2277.50	2	2084.6	1	1915.3	5
4055.39	4	2929.48	8	2535.39	8	2395.76	3	2275.39	2	2081.2	2	1911.3	2
4037.5	2	2920.18	5	2507.39 }	2	2393.06	2	2253.52	2	2075.8	2	1906.5	2
3985.86	3	2902.20	8	2506.72 }	8	2390.66	4	2248.81	3	2066.1	4	1895.0	2
3949.60	2	2896.61	8	2504.20	5	2386.91	} 2	2246.50	4	2061.3	1	1892.2	2
3920.27	4	2873.73	8	2486.73	2	2386.40	}	2240.50	2	2057.1	1	1887.5	2
3914.4	3	2815.68	8	2485.87	4	2383.25	2	2238.47	2	2054.0	1	1878.6	3
3683.49	2	2799.80	10	2480.50	8	2375.0	2	2229.65	3	2053.3	1	1873.6	1
3574.28	2	2786.60	2	2477.34	10	2373.79	2	2226.25	2	2041.3	1	1871.9	2
3542.74	3	2767.64	20	2473.92	12	2365.77	2	2219.75	2	2033.9	3	1871.1	2

Gold.

Das Funkenspektrum des Goldes ist auf Tafel XL, Nr. 9 bis 12 (Gitterspektrum), ferner Tafel XLVII, Nr. 3 (Glasprismenspektrum), LI, Nr. 12 und LIII, Nr. 3 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Auf Tafel XL ist sowohl das Spektrum des zwischen Goldelekroden überspringenden Flaschenfunkens an der Luft als auch dasjenige desselben Funkens in einer Wasserstoffatmosphäre dargestellt und sind in der Abbildung Nr. 11 und 12 auch jene Linien, welche mit Luftlinien zusammenfallen, zu identifizieren. Das zur Herstellung des Funkens benützte Gold war sehr rein und enthielt nur Spuren von Ag als Verunreinigung. Das Funkenspektrum des Goldes ist im sichtbaren Teile ziemlich linienarm. Die charakteristischesten Linien finden sich im Ultraviolett, wie aus den Abbildungen des Quarzprismenspektrums deutlich zu ersehen ist. Genaue Messungen der Wellenlängen im sichtbaren Teil wurden von uns [3]) in dem Bezirke 6456.73 bis 4792.78 im Jahre 1909 veröffentlicht. Weiters liegen Messungen von Aufnahmen des Funkenspektrums, bei welchen sehr lang exponierte Platten benützt und mit dem kleinen Konkavgitter von uns [4]) durchgeführt wurden, über das gesamte Funkenspektrum des Goldes vor. Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) haben Messungen von 4607.75 bis 2110.85 vorgenommen. Endlich wurden genaue Messungen unter Benützung unseres großen Konkavgitters in dem Bezirke von 2913.63 bis 1861.68 von uns ausgeführt [5]). Das äußerste Ultraviolett von 1973 bis 1749 wurde von F. Handke [6]) mittels des Vakuum-Quarzspektrographen photographiert und die Linien gemessen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6456.73	1	5863.20	3	5147.76	1	4633.23	2	4488.47	8	4076.49	2	3853.75	2
6442.47	2	5837.66	8	5064.75	2	4630.58	3+N	4437.50	4	4065.22	10	3825.87	2
6334.63	3	5760.15	4 v.	4902.48	3	4607.80	5	4420.81	2	4052.98	7	3822.11	2
6278.50	6	5727.04	2	4811.57	4	4587.91	5	4315.30	5	4041.10	2+N	3804.14	6
6061.90	2	5656.07	4	4792.79	10	4583.87	2	4242.00	3+N	4016.20	6	3707.00	3
6022.96	2	5578.72	4 v.	4760.34	3	4582.05	3	4175.28	3	3959.29	3	3654.56	} 3
5963.91	2	5261.99	2	4649.96	3	4559.05	3	4128.80	2	3898.05	10	3654.22	}
5957.26	3	5230.49	7	4643.26	3	4549.64	4	4084.29	3	3874.83	3	3649.25	2

[1]) Ab 3280 siehe Tafel LI, Nr. 11.

[2]) Die Linien ab 2186.88 sind nur auf Tafel LIII deutlich zu sehen und bezüglich ihrer relativen Intensitäten zu vergleichen.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 1085.

[4]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1895; ferner Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 201.

[5]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1899, S. 541; ferner Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 388.

[6]) F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, Berlin, 1909.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
3637.57	2	3029.30	6	2820.11	10	2550.28	2	2402.80	2	2291.59	5	2172.26	2
3635.28	3	3015.94	3	2805.44	3	2544.29	3	2393.62	2	2288.70	2	2157.18	2
3633.40	4	3014.50	3	2802.35	15	2538.07	3	2388.26 }	4	2287.79	2	2137.95	2
3614.20	4	2995.12	8	2795.63	3	2533.70	5	2387.82 }	3	2283.37 }	5	2125.28	4
3586.85	10	2990.40	6	2780.93	4	2515.15	2	2382.50	3	2282.95 }	2	2110.74	8
3553.71	5	2982.23	2	2748.35	8	2510.59	3	2376.35	3	2277.62	4	2098.8	1
3404.73	} 3	2954.55	7	2732.14	3	2506.35	3	2371.69	4	2266.20	2	2098.2	1
3404.05	}	2932.30	5	2721.96	3	2503.37	6	2369.40	4	2263.75	2	2082.10	7
3360.47	2	2918.51	3	2703.44	2	2492.74	2	2365.01 }	4	2262.68	4	2059.9	2
3308.46	3	2913.63	10	2700.91	3	2480.35	4	2364.68 }	2	2246.76	3	2044.65	4
3230.79	8	2907.18	5	2688.80 }	2	2477.76	4	2352.67	5	2242.71	4	2012.10	3
3228.13	2	2906.07	3	2688.26 }	4	2476.2	2	2340.27	6	2240.36	3	2000.77	2
3222.15	3	2893.51	5	2687.73 }	4	2468.06	2	2331.45 }	1	2233.75	2	1988.99	2
3204.87	6	2892.05	3	2676.08	15	2458.15	2	2331.20 }	3	2231.37	3	1977.59	3
3194.82	5	2885.68	3	2641.65	5	2445.6	3	2325.77	2	2229.09	5	1972.66	1
3165.02	3	2883.59	4	2627.14	2	2442.47	3	2322.34	4	2220.64	2	1953.64	1
3156.70	4	2857.04	3	2625.60	2	2437.83	2	2315.94	5	2215.85	3	1951.59	2
3146.50	2	2847.23	4	2616.69	4	2428.06	15	2314.73	6	2213.20	2	1931.74 [1]	1
3127.24	3	2838.16	6	2592.18	2	2417.4	} 3	2309.54	4	2210.64	2	1925.19 [1]	1
3122.92 }	10	2833.16	2	2590.18	4	2416.68	}	2304.89	7	2205.92	2	1921.38	4
3122.62 }	5	2825.56	6	2565.80	4	2405.20	} 3	2295.18	2	2201.35	4	1919.39	3
3033.35	4	2822.87	5	2552.92	2	2404.97	}	2294.08	2	2188.97	4		

Zink.

Das Funkenspektrum des Zinks ist auf Tafel XLI, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 5 (Glasprismenspektrum), und zwar unter Benützung relativ kurz belichteter Platten, welche nur die stärkeren Linien hervortreten lassen, ferner auf Tafel LI, Nr. 3, und Tafel LII, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Spektrum des sehr hell leuchtenden Funkens wurde mittels Elektroden aus chemisch reinem Zink erhalten; es zeigt im sichtbaren Teile einige außerordentlich kräftige und zum Teil verbreiterte Linien. Im Rot tritt besonders die Linie 6362.58 und 6103.58 stark hervor. Messungen von 6588.65 bis 4680.33 wurden von uns veröffentlicht [2]). Ferner liegen Messungen von 4722.50 bis 2096.98 von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) und von uns im Ultraviolett [3]) bis 1856.4 vor. Unterhalb dieser Linien wurden noch eine Anzahl von Linien bis 1623.9 von F. Handke [4]) mittels des Vakuum-Quarzspektrographen photographiert und gemessen.

Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der kräftigeren Linien des Zinkfunkenspektrums nach unseren Messungen. Die ultravioletten Zinklinien sind zur Orientierung im Spektrum sehr wichtig; zum Beispiel sind die Zinklinien 2558, 2502 u. a. so hell, daß man sie auf fluoreszierenden Uranglasern optisch leicht wahrnehmen kann und diese Linien mit Vorliebe benützt, wenn man Prismen auf das Minimum der Ablenkung im stärker brechbaren Ultraviolett optisch einstellen will.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6588.65	2	5157.84	2	3345.71 }	10	2756.58	6	2515.85	4	2423.54	4	2104.51	3
6362.58	20	5075.20	3	3345.20 }	5	2712.60	3	2509.21	6	2418.95	6	2102.35	5
6214.76	4	5050.3	3	3303.10 }	10	2684.32	2	2502.20	10	2408.77	3	2100.06	8
6103.58	15	4970.7	2	3302.75 }	5	2658.27	5	2492.21 }	3	2404.91	2	2096.99	3
6021.87	10	4925.37	10	3282.49	10	2608.75	6	2491.41 }	3	2390.24	2	2087.14	4
5894.59	8	4912.97	10	3076.03	5	2582.63	3	2490.92 }	2	2346.80 [5])	2	2079.17	3
5579.24	3	4879.9	2	3072.23	7	2576.07	4	2487.08	4	2313.98	1	2070.18	2
5564.13	3	4866.4	2	3036.00	5	2571.75 }	4	2467.23	4	2308.08	1	2064.32	6
5336.74	4	4810.72	10	3018.53	3	2570.79 }	5	2450.48	3	2265.08	3	2062.08	7
5249.69	3	4722.33	15	2801.15	10	2558.20	15	2442.18	5	2252.87	2	2025.51	8
5233.68	2	4680.33	10	2781.33	1	2527.29	3	2438.43	2	2138.66	5	1918.35	2
5182.25	5	3988.75	2	2771.02	10	2522.29	4	2427.22	6				

Cadmium.

Das Funkenspektrum des Cadmiums ist auf Tafel XLI, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVII, Nr. 4 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 2 und LII, Nr. 5 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Als Material zur Herstellung des Funkens wurde chemisch reines Cadmium von E. Merck in Darmstadt benützt, das sich fast frei von Verunreinigungen erwies. Das Cadmium besitzt sowohl im sichtbaren Teile als auch im Ultraviolett, also über das ganze Spektrum verteilt,

[1]) Nur am Negative zur Abbildung auf Tafel LIII, Nr. 3, erkennbar.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 524 und 1099.

[3]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1899.

[4]) Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, Berlin, 1909.

[5]) Von hier ab siehe Tafel LII, Nr. 4.

sehr kräftige, schon bei kurzen Belichtungen hervortretende Hauptlinien.

Die Abbildung des Gitterspektrums, welche ein relativ kurzexponiertes Spektrum darstellt, zeigt diese Linien bereits stark verbreitert. Eine länger exponierte Aufnahme im äußersten Ultraviolett, wie sie mit Hilfe des Quarzspektrographen erhalten wird, zeigt Tafel LII, Nr. 5. Diese Abbildung läßt die für das Cadmium charakteristische Gruppe kräftiger Linien von 2329 bis 2116 deutlich erkennen. Diese Liniengruppe ist auch in der Abbildung auf Tafel XLI, Nr. 4 (Gitterspektrum), deutlich zu sehen. Genaue Messungen des Cadmiumfunkenspektrums im sichtbaren Teile von 6727.87 bis 4678.34 wurden von uns [1]) 1909 veröffentlicht. Ferner liegen Wellenlängenmessungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) zwischen 4678 und 2111 und Messungen im ultravioletten Teile von 3545.255 bis 1846.4 von uns [2]) vor. Die rote Cadmiumlinie 6438 ist besonders wichtig, weil sie den Ausgangspunkt des neuen internationalen Wellenlängensystems bildet. Die nachstehende Tabelle enthält die Wellenlängen der kräftigsten Cadmiumfunkenlinien nach unseren Messungen. Die Intensitäten im sichtbaren Teile sind nach den Aufnahmen mit dem Gitterspektrographen, jene im Ultraviolett unter Berücksichtigung der Quarzprismenaufnahmen geschätzt worden.

Mascart Nr.	λ	i	Mascart Nr.	λ	i	Mascart Nr.	λ	i	Mascart Nr.	λ	i	Mascart Nr.	λ	i
	6727.87	5		4158.1	1	12	3286.10	1	14b	3081.00	2		2488.05	2
	6468.69	3		4127.1	1		3283.95	1		3065.08	2		2478.67	2
	6465.64	6		4114.7	1		3261.19	5		3059.33	2	20	2469.85	3
1	6438.71	10		4095.0	2		3252.69	3		3048.90	2	21	2418.82	2
	5688.2	1		4077.4	1		3250.43	6		3017.37	2		2329.38	5
	5490.2	1		4057.7	1		3185.64	2		3009.11	2	22	2321.25	7
	5472.5	1	8	3988.3	1		3174.53	} 2	15	2980.79	8	23	2312.88	10
2	5379.16	15		3977.3	1		3173.68			2880.89	5		2306.72	4
3	5338.74	15		3940.6	1		3161.90	2		2868.40	2		2288.12	8
	5154.90	2	9 {	3612.99	10		3157.21	2	16	2837.04	4	24	2265.04	10
4	5086.06	10		3610.61	20	13	3133.35	3		2767.11	2		2239.94	4
5	4800.10	10		3535.82	5		3129.36	2		2764.07	2	25	2194.71	10
6	4678.34	8		3500.13	2		3124.49	2	17	2748.68	15	26	2144.44	12
	4662.69	3		3494.04	2		3121.89	2		2677.74	2		2116.5	2
7	4415.82	8	10 {	3467.77	8		3118.98	2	18	2573.15	10	27	2111.72	2
	4413.23	1		3466.35	10		3095.57	3		2552.27	2		2062.06	3
	4215.3	1	11	3403.77	8	14a	3084.98	3	19	2499.92	1		2004.3	1

Das Cadmium-Funkenspektrum dient wegen seiner charakteristischen, leicht auffindbaren Linien häufig als Leitspektrum zur Orientierung; wenn auch die Linien zumeist ziemlich unscharf sind, so ermöglichen sie doch an der Hand der beigegebenen Spektrumphotographien rasch und sicher Ortsbestimmungen im Spektrum; Mascart bezeichnete im Jahre 1866 die wichtigsten Cadmium-Funkenlinien mit Nummern, welche in unserer Tabelle ersichtlich sind.

Quecksilber.

Das Funkenspektrum des Quecksilbers ist auf Tafel XLI, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel LI, Nr. 1 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Das Quecksilberfunkenspektrum wurde von uns [3]) seinerzeit untersucht; ferner liegen genaue Messungen des „linienreichsten" Spektrums, welches von uns entdeckt worden war, von Harald Stiles [4]) im Bezirke von 6149.369 bis 2339.374 und solche im Funkenspektrum des Quecksilbers an der Luft im Bezirke von 4358.78 bis 2148.09 von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor, welche Messungen den in der folgenden Tabelle angeführten Zahlen, wie sie am besten mit unseren eigenen Beobachtungen stimmen, zugrunde liegen.

Fritz Handke [5]) photographierte mittels des Vakuumspektrographen vier neue Linien im äußersten Ultraviolett, deren Wellenlängen auf Luft umgerechnet, am Schlusse der folgenden Tabelle angeführt erscheinen, weil sie mit dem Quarzspektrographen an der Luft bei entsprechender Belichtungszeit erhältlich sind. Vergleichen wir die verschiedenen Emissionsspektren des Quecksilbers, so ergeben sich stark variable Formen. Das Bogenspektrum des Quecksilbers, wie es an der Luft unter Benützung vertikaler Kohleelektroden, deren untere (positive) ausgehöhlt und mit Quecksilber gefüllt wurde, erhalten wird, ist nicht besonders linienreich und bei kleiner Dampfdichte ziemlich scharf. Die Hauptlinien neigen bei starker Dampfdichte zu Umkehrungs- und Verbreiterungserscheinungen. Wird in Quecksilberdampflampen mit geringem Strom und in mit Wasser gekühlten Röhren das Bogenspektrum erzeugt, so sind die Linien bei geringem Dampfdruck noch immer teilweise ziemlich scharf, teilweise verbreitert; das Spektrum ist stark dem Bogenspektrum an der Luft ähnlich (vergl. die Tafeln), das Licht ist fahl und die roten Linien sind sehr lichtarm. In der Quarzglas-Quecksilberdampflampe von Heraeus wird bei stärkerem Strom und höherem Dampfdruck das Licht viel heller und mehr weiß; einzelne Linien verbreitern sich gewaltig und es erfolgt ein Zuwachs von ziemlich hellen roten und orangen Linien (Tafel XVIII, Nr. 1 und 2), wobei das Quecksilberspektrum auch im ultravioletten Teile enorm an Helligkeit und Linienreichtum gewinnt, gegenüber dem Quecksilberbogen an der Luft. Dies geht aus dem Vergleich von Nr. 1 und 2 mit 3 und 4 auf Tafel XVIII hervor. Wir

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 515 und 1081.

[2]) Eder und Valenta, Denkschrifen d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1899.

[3]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1894; ferner Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 128.

[4]) Harald Stiles, The Astrophys. Journal, Vol. XXX, 1909, S. 56.

[5]) Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, 1909, S. 24.

haben den roten Teil dieses Spektrums der Quarz-Quecksilberdampflampe bei höherem Dampfdrucke (Helligkeit der Lampen über 1000 Kerzen) auf Tafel XXI, Nr. 11, abgebildet, wo man die enorme Verbreiterung der Quecksilberlinie 5790 und das Auftreten der langwelligen Quecksilberlinien sieht. Das Funkenspektrum des Quecksilbers hängt in seinem Aussehen gleichfalls stark vom Dampfdruck ab; beim Überschlagen des Flaschenfunkens zwischen Quecksilberelektroden an der Luft entsteht ein kräftiges Quecksilberfunkenspektrum (siehe Tabelle) mit teilweise starken Verbreiterungserscheinungen, das merklich verschieden vom Bogenspektrum ist. Wenn der Flaschenfunken in Vakuumröhren durch überdestillierendes Quecksilber schlägt, entsteht das von uns zuerst beobachtete linienreichste Spektrum des Quecksilbers. Schlägt der Induktionsfunken ohne Einschaltung von Leydenerflaschen durch in Geißlerschen Röhren destillierendes Quecksilber, so entsteht das gleichfalls von uns zuerst beobachtete und beschriebene Bandenspektrum, dessen Banden scharf gegen Rot abschattiert sind und gegen Ultraviolett allmählich verlaufen; sie sind aus zahlreichen feinen Linien zusammengesetzt.

In Vakuumröhren, welche Spuren von Quecksilberdampf von hoher Verdünnung enthalten, erzeugt der durchschlagende Funke (ohne Leydenerflaschen) ein scharfes, linienarmes Spektrum, welches wenige der Hauptlinien des Funkenspektrums an der Luft enthält [1]).

Die folgende Tabelle enthält die in unseren Abbildungen des Quecksilberfunkenspektrums deutlich erkennbaren Linien.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6149.6	5	4347.7	5	3561.5	3	2967.42	10	2799.8	2	2492.20	3	2263.93	2
5889.01	3	4339.5	3	3543.65	3	2947.42	8	2791.2	2	2478.5	4	2262.30	3
5790.87	15	4077.99	4	3390.5	4	2925.5	2	2752.9	3	2469.5 }	2	2260.52	4
5769.81	15	4046.75	10	3341.7	6	2916.35	2	2702.7	2	2468.1 }	2	2253.00	3
5677.36	10	3984.11	10	3264.3	2	2893.67	5	2655.3	2 }	2464.2	2	2224.87	3
5460.97	15	3790.4	3	3208.4	2	2847.80	9	2653.7	2 } [2])	2414.3	3	2150.6	2
5425.44	7	3751.8	3	3144.6	2	2820.0	3	2652.21	3 }	2407.60	3	2148.09	2
4959.74	3	3663.43	7	3131.81	10	2806.5	2	2576.7 }	2	2354.3	2	2039.5	2
4916.4	2	3655.02	6	3125.8	9	2804.4	3	2575.2 }	2	2340.5	2	1973.4	3
4825.80	2	3650.31	15	3021.65	6	2803.7	3	2536.66	6	2296.4	2	1850.6	4
4358.50	10												

Aluminium.

Das Funkenspektrum des Aluminiums ist auf Tafel XLI, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), ferner auf Tafel XLVIII, Nr. 8, und LII, Nr. 8 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Bei Herstellung dieses Spektrums wurden Elektroden aus reinem Aluminiummetall verwendet, welches Präparat nur durch die Anwesenheit von relativ geringen Mengen von Kupfer, Kohle, Silicium und Eisen verunreinigt war. Im sichtbaren Teile haben wir das Aluminiumspektrum untersucht [3]) und nur die Aluminiumlinien 7057.9 und 7042.5, ferner die verschwommenen Linien 6245.2, 6233.5 und 6228 gefunden. Im Gelb tritt das Linienpaar 5722.55 und 5696.62 sehr hell hervor. Im Ultraviolett liegen genaue Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) von 4663.55 bis 2263.50 vor; im äußersten Ultraviolett wurden die Linien ab 1989.90 bis 1854.09 von uns [4]) genau gemessen, welche Messungen von Fritz Handke [5]) unter Benützung des Vakuumspektrographen bis 1605.95 ausgedehnt wurden. Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der in den Abbildungen deutlich erkennbaren Aluminiumlinien unter Zugrundelegung der in den obenzitierten Abhandlungen angegebenen Werte. Die Linien des Aluminiumfunkenspektrums liefern Standards für das äußerste Ultraviolett; die charakteristischen lichtstarken brechbarsten Aluminiumlinien sind auf Tafel LII sehr deutlich zu sehen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
7057.9	3	4513.00	6	3587.05	20	2816.41	10	2369.36	4	2313.61	2	2150.69	1
7042.5	4	4480.0	4	3092.89	10	2660.50	3	2368.20 }	2	2312.54	2	2134.81	2
6245.2	6	3961.74	15	3082.30	8	2652.60	3	2367.70 }	2	2269.15	4	1989.90	8
6233.5	5	3944.22	10	3066.40	3	2631.83	6	2367.18 }	4	2263.50	4	1935.29	7
6228	3	3900.83	2	3064.55	3	2575.22	4	2321.68	4	2210.15	4	1930.41	2
5722.55	6	3713.85	5	3057.40	4	2568.11	3	2319.12	2	2204.73	3	1862.20	4
5696.62	8	3702.70	3	3054.90	3	2373.3 }	4	2317.53	2	2174.13	3	1857.56	1
4663.55	4	3612.62	8	3050.30	3	2372.11 }	5	2315.5	2	2168.87	1	1854.09	3
4529.7	8	3601.98	10	2927.9	3	2370.30	2						

Indium.

Das Funkenspektrum des Indiums zeigt Tafel XLI, Nr. 11 und 12 (Gitterspektrum), ferner Tafel XLVII, Nr. 8 (Glasprismenspektrum), und Tafel LII, Nr. 7 (Quarzprismenspektrum, äußerstes Ultraviolett). Zur Erzeugung des Funkens wurde Indiummetall von Merck in Darmstadt benützt, welches Material verschiedene Verunreinigungen, u. a. ziem-

[1]) Vergl. die tabellarische Zusammenstellung dieser Linienspektren; Eder und Valenta, l. c.

[2]) Band.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 513 und 1079.

[4]) Eder und Valenta, Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1899; ferner Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 388.

[5]) F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, Berlin, 1909.

liche Mengen von Cadmium und Blei enthielt. Wir [1]) haben das Funkenspektrum des Indiums von 6097.26 bis 4511.47 gemessen. Von diesen Linien tritt die letzte (4511.47) bei reichlicherer Belichtung stark verbreitert auf. Im Ultraviolett liegen Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902), welche bis 2265 reichen, vor. Außer den in der Tabelle angeführten Linien sieht man auf Tafel LII, Nr. 7, noch einige kräftige Linien, welche in dieser Abbildung der Linien des äußersten Ultravioletts ausgezeichnet sind und von uns gemessen wurden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6891.61	5	5711.04	2	4682.07	10	3835.2	5	2983.01	8	2710.39	5	2062.1	2
6197.98	8	5645.10	10	4656.69	10	3258.64	4	2941.39	10	2602.0	2	2025.8	2
6097.26	7 v.	5248.80	20	4639.10	10	3256.22	10	2932.73	6	2560.05	3	1976.8	7
5919	3	4879.96	2	4511.47	20	3187.15	3	2890.35	6	2350.84	3	1966.3	6
5904.42	3	4847.85	2	4511.20	2	3039.45	8	2754.03	4	2306.20	3	1935.9	5
5820.05	15	4774.38	2	4102.01	20	3008.30	10	2714.1	2	2078.8	8	1899.8	1
5723.58	2												

Thallium.

Das Funkenspektrum des Thalliums ist auf Tafel XLII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 9 (Glasprismenspektrum), und Tafel LI, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkenspektrums (Nr. 1 und 2 auf Tafel XLII) wurden Elektroden aus chemisch reinem Thalliummetall von Professor Kahlbaum in Basel benützt, welche fast frei von Verunreinigungen waren. Das Funkenspektrum des Thalliums ist im sichtbaren Teile reicher an starken Linien als das Bogenspektrum. Wir [2]) haben das Thalliumfunkenspektrum von 6714.56 bis 4738.30, ferner von 2767.97 bis 1862.70 gemessen, ab 3757.89 liegen Messungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) vor. Im Ultraviolett finden sich außer den in der letztzitierten Arbeit geführten Linien mehrere, welche von Kayser und Runge [3]) im Bogen beobachtet wurden. Wir haben diese Linien in der folgenden Tabelle mit den von Kayser und Runge bestimmten Wellenlängen aufgenommen. Die Linie 3556.50 erscheint bei Benützung von Wechselstrom und Woodscher Induktionsrolle sehr kräftig, dagegen ist sie bei der Aufnahme mittels des Gitterspektrographen (Tafel XLII, Nr. 2) nicht vorhanden. Die Intensitäten der einzelnen Linien sind auf Grund der Aufnahme mit dem Gitterspektographen, bei welcher ein Induktionsfunken mittels Ruhmkorffschen Induktoriums und Gleichstrom hergestellt wurde, bestimmt worden. Eine Legierung von gleichen Teilen Thallium und Zinn gibt ein gutes Netz von Standards, welches trotz der mäßigen Schärfe der meisten dieser Linien mitunter gute Dienste leistet.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6714.56	1	5350.68	20	4765.46	4	3381.3 [4])	3	2768.00	8	2580.29	4	2379.68	6
6550.28	3	5153.45	10	4738.30	15	3229.90	5	2710.90	2	2530.89	6	2365.00	2
6380.29	2	5079.68	8	3775.89	5	3091.88	4	2709.34	4	2469.27	2	2316.14	2
5949.08	8	4982.40	5	3529.54	7	2921.7	4	2665.74	2	2452.02	4	2298.25	6
5828.3	3	4946.26	2	3519.35	15	2918.47	8	2609.14	2	2394.72	2	2139.44	2
5826.2	2	4891.91	2	3456.50	2	2826.27	3						

Zinn.

Das Funkenspektrum des Zinns ist auf Tafel XLII, Nr. 3 und 4 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 10 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 7, und LIII, Nr. 4 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkens wurden Elektroden aus reinem Elektrolytzinn verwendet. Dasselbe enthielt geringe Mengen von Calcium, Kohle und außerdem noch Eisen und Kupfer als Verunreinigung. Messungen im Funkenspektrum des Zinns im sichtbaren Teile von 6844.05 bis 4524.91 wurden von uns [5]) ausgeführt. An diese Messungen schließen sich jene von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) an. Im äußersten Ultraviolett liegen Messungen von 1984 bis 1700 von F. Handke [6]) vor, welche mittels des Vakuumspektrographen durchgeführt wurden. Von diesen Linien ist auf Tafel LIII, Nr. 4, nur die Linie 1899.8 zu sehen, welche Linie auch in die nachstehende Tabelle aufgenommen wurde.

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 518 und 1085.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909 S. 522 und 1093; siehe auch Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1899, und Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 400.

[3]) H. Kayser und C. Runge, Über die Spektren der Elemente, Berlin, 1892.

[4]) Nur auf LI, Nr. 6, vorhanden; von Hartley und Adeney gemessen worden.

[5]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 524 und 1100.

[6]) F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen, Inaugural-Dissertation, Berlin, 1909.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6844.05	8	4860.61	2	3655.91	3	2913.65	4	2646.28	2	2429.56	8	2246.11	2
6579.75	4	4858.40	4	3412.9	3	2896.23	2	2643.70	2	2421.79	8	2231.9	2
6453.36	15	4843.92	1	3352.47	20	2863.33	7	2631.97	2	2408.28	3	2229.2	2
5799.80	30	4618.36	3	3330.83	6	2850.71	5	2594.54	3	2368.31	3	2221.25	2
5631.92	4	4585.71	6	3283.60	15	2840.10	10	2593.0	2	2354.93	5	2209.71	3
5589.54	30	4524.91	10	3262.48	10	2813.70	4	2571.70	6	2334.87	2	2199.68	} 2
5562.96	50	4330.30	2	3218.8	2	2812.75	2	2546.80	5	2317.38	2	2199.4	}
5349.37	2	4215.9	2	3175.15	15	2785.15	3	2524.02	2	2286.8	2	2194.67	2
5333.10	30	3962.9	2	3142.01	3	2779.89	4	2495.81	4	2269.02	3	2151.62	3
5225.09	2	3907.38	2	3034.24 }	10	2706.57	8	2483.44	4	2267.5	2	2150.97	2
5105.76	2	3801.32	10	3032.99 }	3	2661.43	4	2455.33	2	2266.13	2	1899.8	2
5100.56	3	3745.8	2	3009.25	8	2658.71	5	2449.9	2				

Blei.

Das Funkenspektrum des Bleis ist auf Tafel XLII, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 6 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 4, und LII, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Als Elektroden wurde chemisch reines Blei, von E. Merck in Darmstadt bezogen, benützt. Das Funkenspektrum des Bleis zeigt im roten Bezirke eine sehr helle Linie bei 6628, im übrigen sichtbaren Teile dominieren die Linien 5609 und 4387, im Ultraviolett finden sich zum Teil sehr kräftig hervortretende, ziemlich scharfe Linien, während die bisher genannten Hauptlinien im sichtbaren Teile meistens verbreitert erscheinen. Untersuchungen über das Bleifunkenspektrum und genaue Messungen der Linien desselben wurden von verschiedenen Autoren durchgeführt. Die Linien im Spektralbezirke von 6793 bis 4272.64 wurden von uns [1]) photographiert und gemessen. Ferner liegen Messungen von uns [2]) im Ultraviolett von 2712.02 bis 2060.36 vor. Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) haben das Funkenspektrum des Bleis von 4572.2 bis 2170.11 gemessen. Die in der nachstehenden Tabelle angeführten Wellenlängen sind zum größten Teil unseren eigenen Messungen entnommen. Die sehr lichtstarken violetten Bleilinien, ebenso die am Beginne des Ultraviolett liegenden Bleilinien sind bequeme Standards zur Einstellung von Glasprismenspektrographen ins Minimum der Ablenkung in diesem Spektralgebiete. Die Bleilinie 3640 gibt die approximative Grenze der Durchlässigkeit für die gebräuchlichen großen Glasspektrographen an.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6793	1	5207.15	1	4387.04	15	3833.15	3	3044.00	4	2628.43	3	2402.06	4
6660.28	10	5201.70	2	4272.64	2	3786.5	3	3017.7	3	2614.29 }	10	2399.70	2
6380.14	2	5163.78	2	4245.42	20	3740.28	10	2949.5	5	2613.83 }	3	2393.93	4
6002.10	2	5043.14	2	4242.80	4	3689.4	2	2873.42	8	2577.40	5	2389.00	2
5895.71	2	5005.64	1+N	4168.20	4	3683.64	15	2833.13	10	2562.44	3	2332.53	2
5876.67	2	4802.1	2	4062.30	5	3671.72	8	2823.29	6	2476.49	5	2246.89	3
5857.67	3	4798.2	2	4058.00	12	3639.72	12	2802.10	15	2446.34	4	2237.43	2
5609.14	15	4760.98	3	4019.76	6	3573.03	10	2697.69	3	2443.94	3	2218.17	2
5545.02	} 8	4571.72	2	3854.11	2	3176.62	5	2663.26	8	2428.78	2	2203.68	4
5544.51	}	4400.98	2	3842.2	4	3137.91	5	2650.41	3	2411.82	2	2169.96	2
5372.70	10												

Eine Legierung von gleichen Teilen Cadmium, Zink und Blei (sog. Edersche Legierung [3]) gibt ein regelmäßig verteiltes, bis weit ins Ultraviolett sich erstreckendes Linienspektrum, welches zur Orientierung und Ortsbestimmungen im Spektrum, ferner als Lichtquelle bei Photographie von Absorptionsspektren im Ultraviolett mit Vorteil Verwendung findet; dasselbe ist auf Tafel XLI, Nr. 5 und 6 (Gitterspektrum), XLVII, Nr. 7 (Glasprismenspektrum), und LI, Nr. 5 (Quarzprismenspektrum), abgebildet.

Antimon.

Das Funkenspektrum des Antimons ist auf Tafel XLII, Nr. 7 und 8 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 11 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 8, und LIII, Nr. 6 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkens wurden Antimonmetallelektroden, als chemisch reines Metall von Th. Schuchardt in Görlitz bezogen, verwendet. Dasselbe enthielt, wie aus den Spektrumaufnahmen hervorgeht, als Verunreinigung Blei, Kupfer, Zinn und Arsen. Das Antimonfunkenspektrum enthält neben einer Anzahl scharfer und charakteristischer Linien im Ultraviolett die Linien im sichtbaren Teil des Spektrums. Insbesondere die stärkeren sind häufig unscharf und verbreitert. Messungen des Antimonfunken spektrums wurden von uns [4]) in dem Bezirke von 6843.12 bis 4352.26 und in dem Bezirke von 2769.97 bis 2098.47 [5]) aus-

[1]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 514 und 1080.

[2]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien; siehe auch Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 399.

[3]) J. M. Eder, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mai 1890.

[4]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 513 und 1079.

[5]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1899, und Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 402.

geführt. A. Kretzer [1]) führte Messungen des Funkenspektrums vom Rot bis 3232.68 mit Hilfe eines kleinen Konkavgitters durch. Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) haben das Antimonfunkenspektrum von 4735.55 bis 2139.76 gemessen. Die in der folgenden Tabelle angeführten Wellenlängen der Antimonlinien sind zumeist die Resultate unserer eigenen Messungen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6806.44	3	5792.44	4	4592.00	3	3722.98	3	2891.6	3	2574.24	4	2288.99	2
6778.54	4	5639.90	8	4506.95	5	3638.07	5	2890.0	2	2571.64	2	2270.2	2
6713.29	2	5568.22	10	4411.71	3	3597.7	5	2879.8	2	2567.86	2	2262.51	3
6651.09	2	5464.48	8	4387.01	3	3566.5	4	2878.00	8	2565.62	4	2224.92	3
6513.00	4	5381.17	8	4378.0	2	3559.6	4	2863.1	2	2544.10	3	2220.70	3
6503.20	4	5238.87	4	4352.26	15	3534.1	2	2851.21	3	2528.68	10	2208.48	4
6466.19	2	5178.67	6+N	4314.8	2	3519.8	2	2790.50	10	2480.55	3	2203.59	2
6319.73	3	5172.41	6+N	4265.22	10	3504.8	10	2786.11	2	2478.45	6	2201.36	2
6302.95	6	5141.44	6	4260.3	2	3498.6	10	2769.97	8	2445.66	6	2179.23	5
6287.26	2	5113.85	5	4219.3	5	3474.1	10	2727.37	3	2426.52	3	2175.90	5
6246.88	2	4948.63	5	4195.3	6	3383.34	3	2719.05	6	2422.31	3	2170.13	3
6207.07	3	4877.36	6	4140.80	3	3337.2	5	2692.43	3	2395.37	2	2144.99	4
6193.14	2	4833.56	4	4134.2	4	3304.3	2	2682.98	5	2383.77	4	2141.76	2
6156.66	4	4784.54	5	4104.95	3	3267.75	10	2670.81	6	2373.84	3	2139.75	3
6130.01	15	4765.62	4	4033.80	3	3241.15	15	2669.79	4	2361.1	3	2118.57	1
6079.75	10	4758.00	4	3933.65	1	3232.65	10	2652.73	6	2352.40	2	2098.47	2
6052.87	5	4735.53	5	3986.2	2	3040.8	15	2617.46	2	2316.02	2	2072 [2])	1
6004.99	15	4711.94	10	3964.85	2	3030.01	8	2614.33	2	2311.71 }	6	2068	4
5981.53	3	4693.19	3	3960.7	2	2981.3	6	2612.43	5	2311.47 }		2053	1
5910.46	8	4680.01	2	3850.4	3	2966.4	4	2598.24	8	2306.56	4	2050	1
5895.23	6	4658.02	3	3739.4	3	2913.40	3	2590.42	5	2293.48	3	2040	1
5845.7	3	4647.99	4										

Wismut.

Das Funkenspektrum des Wismuts ist auf Tafel XLII, Nr. 9 und 10 (Gitterspektrum), Tafel XLVII, Nr. 12 (Glasprismenspektrum), Tafel LI, Nr. 9, und LIII, Nr. 5 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Funkens wurden Elektroden aus chemisch reinem Wismutmetall von E. Merck in Darmstadt verwendet. Es erwies sich als durch geringe Beimengung von Silber und Kupfer verunreinigt. Das Wismutfunkenspektrum besteht aus einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Linien, unter denen insbesondere im Rot die Linien 6600 und 6809, ferner die grünen Linien 5209 und 5271 dominieren. Genaue Messungen im sichtbaren Teile des Spektrums wurden von uns [3]) in dem Bezirke 6809.02 bis 4302.31 vorgenommen, ferner wurde das Spektrum von W. Schwetz [4]) mittels eines kleinen Gitters in diesem Bezirke gemessen. Messungen von 4730 bis 2143.65 wurden von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) ausgeführt. Die Linien im äußersten Ultraviolett ab 2120.7 bis 1900.26 (Tafel LIII, Nr. 5) wurden von uns mittels des Quarzapparates photographiert und gemessen. Die Linien ab 2062, welche in der Tabelle verzeichnet sind, sind im Drucke nicht mehr gekommen, waren aber auf der Platte (Negativ) noch deutlich zu sehen. Die in der folgenden Tabelle angeführten Wellenlängen sind auf Grund unserer Messungen und jener von Exner und Haschek zusammengestellt und die Intensitäten den Aufnahmen mittels des Gitters und im äußersten Ultraviolett mittels des Quarzspektrographen angepaßt worden.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6809.02	5	5209.45	20	4308.60	2	3541.5	3	2989.10	8	2628.17	10	2202.8	3
6600.20	8	5202.04	5	4302.31	15	3511.00	7	2938.40	15	2544.5	2	2187.05	2
6577.66	2	5144.70	10	4272.7	3	3485.7	5	2898.12	10	2524.67	3	2144.58	3
6497.67	5	5124.49	8	4259.85	30	3474.0	5	2855.79	10	2515.79	2	2143.65	2
6134.88	2	5079.67	2	4122.08 }	6	3451.20	8	2847.7	3	2499.60	2	2120.7	1
6128.30	3	4907.72	2	4121.75 }	5	3431.15	10	2809.78	3	2414.88	8	2113.9	3
6059.10	4	4797.79	3	4079.40	10	3397.41	6	2803.80 }	5	2400.97	6	2110.35	2
6053.33	2	4752.20	3	3864.4	8	3115.5	6	2803.59 }	4	2368.65 }		2073.3	2
6035.71	2	4730.15	4	3846.2	2	3111.5	2	2780.68	8	2368.48 }	2	2069.05	2
5973.20	2	4722.72	10	3816.3	4	3076.75	5	2746.45	2	2368.30 }		2061.7	3
5861.34	4	4705.32	3+O	3811.4	2	3067.78	20	2730.71 }	3	2313.10	2	2049.65	2
5819.2	2	4561.29	10	3793.0	15	3039.8 }	2	2730.53 }	2	2276.63	4	2021.05	1
5719.35	10	4477.27	3	3756.5	3	3039.2 }		2714	2	2246.53	2	2020.6	1
5552.43	5	4447.30	2+N	3695.70	10	3035.10	3	2696.98 }	5	2230.68	4	1988.6	1
5451.1	3	4391.70	3	3654.5	3	3024.77	8	2696.80 }	4	2228.30	3	1954.5	1
5397.97	2	4340.88	5	3613.9	6	2993.39	6	2653.20	2	2214.15	2	1902.6	1
5270.62	10	4328.8	2	3596.35	8								

[1]) A. Kretzer, Untersuchungen über das Antimonspektrum, Inaugural-Dissertation, Leipzig, 1909.

[2]) Von hier ab wurden die Wellenlängen mit der Skale am Negative gemessen.

[3]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. IIa, 1909, S. 523 und 1098.

[4]) W. Schwetz, Die Spektren des Wismuts. Inaugural-Dissertation, Bonn, 1908.

Silicium.

Das Funkenspektrum des Siliciums ist auf Tafel XLII, Nr. 11 (Gitterspektrum), abgebildet. Es wurde hergestellt unter Benützung von Kohleelektroden und elementarem Silicium. Man erhält die Siliciumlinien auch sehr deutlich, wenn man als Elektroden Legierungen von Silicium und Kupfer oder von Magnesium und Silicium etc. verwendet oder auf Kohleelektroden während des Überspringens des Funkens flüssiges Siliciumchlorid oder gelöste Alkalisilikate tropfen läßt; ferner beim Durchschlagen des Funkens durch den Dampf von Siliciumchlorid oder dergleichen. Die charakteristischen Liniengruppen, welche sich durch große Schärfe auszeichnen, liegen bei Silicium im äußersten Ultraviolett. Insbesondere ist es die Linie 2882, welche zur Erkennung der Anwesenheit dieses Elementes in Metallen u. dgl. geeignet erscheint. Messungen des Siliciumspektrums im ultravioletten Teile wurden von uns in den Jahren 1893 und 1898 vorgenommen[1]). Ferner liegen solche Messungen von 4764.20 bis 2208.1 von Exner und Haschek vor. Folgende Tabelle enthält die von uns gefundenen Wellenlängen.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
4131.0⎫	6	3856.20⎫	3	2987.77	3	2528.60⎫	6	2514.42⎫ [2])	6	2438.86	2	2210.9	3
4128.2⎭	5	3854.00⎭	1	2881.70	10	2524.21⎪	6	2506.99⎭	7	2435.25	6	2208.1	3
3905.80	3	3795.9	2	2631.39	6	2519.30⎬ [2])	5	2452.22	3	2216.76	4	2122.8	2
3862.75	2	3791.1	1	2541.89	6	2516.21⎭	8	2443.46	2	2211.8	3	1929.0	1

Die brechbarsten Siliciumlinien von 2452.22 bis 1929·0 erscheinen nur im stärksten Flaschenfunken. Eine Anzahl schwächerer Siliciumlinien (4198, 4191, 4116, 4103, 4086) sind zweifelhaft und jedenfalls nicht charakteristisch für die Identifizierung dieses Elementes.

Bor.

Das Funkenspektrum des Bors, wie es auf Tafel XLII, Nr. 12, abgebildet ist, entsteht beim Überschlagen des Flaschenfunkens von elementarem Bor, beim Durchschlagen des Funkens durch eine Atmosphäre von Chlor- oder Fluorbor. Borsäure auf Kohle gibt die Linien des elementaren Bors; wässerige Borsäurelösung gibt namentlich mit schwachem Funken das Verbindungsspektrum der Borsäure (Bandenspektrum, ähnlich dem Flammenspektrum); konzentrierte Borsäurelösung aber liefert mit kräftigem Flaschenfunken das Linienspektrum des elementaren Bors. Die charakteristischen Hauptlinien des Bors liegen so weit im Ultraviolett, daß sie mit Glasapparaten nicht auffindbar sind. Es sind dies die drei Borlinien:

3451.49	6	
3497.79	10 ⎫	Hauptlinie
3496.87	8 ⎭	

Namentlich die Doppellinie 3497 bis 3496 ist sehr auffällig und kaum zu übersehen. Bei langer Belichtung erscheinen im Quarzspektrographen noch weitere schwächere Bordoppellinien, nämlich ungefähr bei

2267.0⎫	2089.6⎫	2067.3⎫
2266.4⎭	2088.9⎭	2065.7⎭

Die doppelte Hauptlinie des Bors tritt in allen vegetabilischen Kohlen und auch sonst häufig auf; sie läßt die große Verbreiterung geringer Spuren von Bor weit besser erkennen als irgend ein chemisches Reagens.

Arsen.

Das Funkenspektrum des Arsens ist auf Tafel XLIII, Nr. 1 und 2 (Gitterspektrum) und auf Tafel L, Nr. 11 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Herstellung des Arsenfunkenspektrums wurde ein kräftiger Flaschenfunken zwischen Elektroden einer Arsenbleilegierung benützt. Da die Legierung ziemlich reich an Blei war, zeigt das Spektrum kräftige Bleilinien, zwischen welchen man die schwächeren Linien des Arsenspektrums bemerken kann. Der folgenden Tabelle liegen von 5651.56 bis 4549.22 Messungen im Geißlerrohre von J. Herpertz[3]) und von 4540.0 bis 2288.28 Funkenmessungen von Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) zugrunde.

Die Intensitäten sind bis 2745.10 der Abbildung des Gitterspektrums (Tafel XLIII), von 2745.10 ab der Abbildung des Quarzprismenspektrums (Tafel L) angepaßt. Es erscheinen im Rot einige As-Funkenlinien, welche ungefähr bei 6173, 6110 und 6023 liegen. Daran schließen sich folgende genau gemessene As-Linien:

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5651.56	10	5107.82	2	4495.5	2	4188.00	2	2959.8	3	2745.10	3	2350.02	5
5558.34	10	5105.71	2	4466.6	2	4037.18	5	2926.3	2	2493.07	2	2288.28	4
5498.01⎫	2	4552.37	2	4368.50	2	3922.60	8	2898.86	2	2456.62	3	2191.21⎫ [4])	
5497.12⎭	2	4549.22	2	4208.1	2	3256.0	2	2860.60	6	2370.87	3	2165.53⎭	
5331.47	3	4540.0	2	4197.8	2	3116.7	3	2780.37	8	2369.75	3		

[1]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1893; Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 1898; s. auch Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, S. 269; vgl. ferner Lunt, Astrophysic. Journal, 1905, Vol. XXII, S. 356; Eberhard, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1903, S. 246; Hartmann, Astrophysic. Journal, Vol. XIII, S. 65.

[2]) Besonders charakteristische Liniengruppe.

[3]) Zeitschrift f. wissensch. Photogr., 1906, S. 185.

[4]) Nur am Negative sichtbar.

Phosphor.

Das Funkenspektrum des Phosphors entsteht als Linienspektrum beim Durchschlagen des Funkens durch Dämpfe von Phosphor in einer Wasserstoffatmosphäre, in Geißlerröhren mit Phosphordampf oder Chlorphosphor etc., ferner beim Überschlagen des kräftigen Flaschenfunkens von Phosphaten, z. B. Kaliumphosphat, welches auf Kohle oder Platinelektroden aufgebracht ist. Bei Einschaltung von Selbstinduktion wird das Funkenspektrum dem Bogenspektrum ähnlich. Außer dem Linienspektrum existiert auch ein Bandenspektrum. Auf Tafel XLIII, Nr. 3, haben wir den brechbareren Teil des Phosphorfunkenspektrums abgebildet. Wir geben die Wellenlängen der Phosphorhauptlinien, wie sie Phosphate im Flaschenfunken liefern [1]. Die Intensitäten beziehen sich auf langexponierte Platten.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5685.94	2	5253.65	5	4475.43	3	4127.64	2	3728.81	6	3530.39	2	2895.43	3
5499.92	3	5176.55	2	4420.81	2	4059.42	2	3717.77	} 2	3507.51	3	2884.01	3
5426.13	7	4943.59	2	4385.50	1	4044.64	6	3717.17		3425.01	3	2555.05	4
5409.86	3	4935.73	2	4339.30	1	3978.42	2	3706.20	4	3419.38	3	2553.41	5
5387.07	4	4602.14	5	4305.44	2	3885.32	3	3676.41	1	3308.99	3	2535.72	5
5344.91	4	4589.96	6	4246.84	3	3827.59	2	3664.34	2	3233.74	4	2534.10	4
5316.25	3	4588.08	5	4222.31	4	3802.22	2	3653.53	2	3219.43	4	2484.24	3
5296.26	4	4479.91	2	4178.52	5								

Tellur.

Das elementare Tellur gibt ein sehr linienreiches, helles Funkenspektrum, welches sich von Rot bis weit ins Ultraviolett erstreckt. Das Tellurfunkenspektrum ist auf Tafel XLIII, Nr. 4 und 5 (Gitterspektrum), auf Tafel XLIX, Nr. 12, und Tafel LIII, Nr. 13 (Quarzprismenspektrum), abgebildet. Zur Aufnahme des Tellurfunkenspektrums wurden einesteils Elektroden aus chemisch reinem Tellur des Handels, andernteils Tellur von Hofrat Priwoznik benützt. Wie die Abbildungen auf Tafel XLIII zeigen, enthielt das metallische Tellur Silber, Kupfer, Spuren von Eisen und Calcium als Verunreinigungen. Das Tellur, das zur Aufnahme des Quarzfunkenspektrums benützt wurde, enthielt außerdem ziemliche Mengen Blei. Genaue Messungen des Tellurfunkenspektrums wurden von uns [2]) in dem Bezirke von 5974.82 bis 4569.90 vorgenommen.

Exner und Haschek (Wellenlängentabellen, 1902) haben die Wellenlängen der Funkenlinien des Tellurs von 4465.3 bis 2142.90 festgestellt. Zur Beurteilung der Intensitäten dienten die verschiedenen Aufnahmen des Tellurfunkenspektrums.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
6438.25	10	5479.24	2	4364.5	2	3736.4	2	3257.1	4	2858.3	8	2431.90	4
5974.82	3	5449.94	5	4361.4	2	3644.6	2	3175.30	5	2846.2	3	2420.22	2
5973.21	2	5410.88	2	4355.8	2	3617.8	2	3132.7	3	2841.2	3	2385.89	10
5936.29	2	5367.24	2	4302.3	2	3552.5	2	3073.8	4	2793.3	5	2383.41	10
5851.32	2	5311.49	2	4275.4	2	3551.4	2	3053.3	2	2769.85	4	2265.70	3
5765.09	2	5218.18	5	4220.7	3	3521.4	3	3047.0	10	2711.8	3	2259.13	3
5756.03	8	5045.38	2+N	4075.0	2	3496.8	3	3023.6	4	2697.7	2	2255.65	3
5741.76	2	4924.41	1	4073.8	2	3484.0	3	3017.8	5	2695.7	2	2208.81	2
5708.31	10	4895.34	2	4049.2	2	3480.5	3	2973.6	2	2661.4	2	2160.05	2
5649.52	10	4866.73	5	4006.8	4	3457.2	3	2967.2	5	2650.0	2	2147.30	2
5618.56	2	4832.82	3	3981.9	2	3455.2	4	2942.1	4	2648.6	2	2142.90	2
5576.43	3	4785.00	3	3976.1	2	3442.5	5	2895.5	10	2635.8	2	2081	} [3])
5535.42	3	4688.10	3	3948.0	2	3407.1	5	2893.5	3	2530.90	5	2071	
5530.35	2	4569.90	2	3842.2	2	3362.8	8	2868.9	8	2492.2	} 2	2002	
5488.24	3	4377.2	2	3797.6	2	3352.0	3	2861.1	3	2492.0		1994	

Schwefel.

Es gelingt nicht leicht, ein Funkenspektrum des Schwefels an der Luft mit schwefelhältigen Elektroden zu erzeugen. Immerhin geben die Metallsulfide [4]), wie Alkalisulfide auf Kohle aufgeschmolzen, oder Schwefelsilber, Schwefelblei, Pyrit etc. neben den Metallinien an der Luft auch einige Schwefellinien. Man kann einige rote Schwefellinien beobachten [5]), welche wir nicht genau gemessen haben und die approximativ bei 6454, 6400, 6390, 6325, 6310 und 6290 liegen. Dann folgen Schwefellinien mit den von uns bestimmten Wellenlängen: 5665.1, 5660.3, 5647.3, 5640.3, 5606.3, 5509.8,

[1]) P. Geuter, Zeitschrift f. wissensch. Photogr., Bd. V, 1907, S. 1.

[2]) Eder und Valenta, Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, Bd. CXVIII, Abt. II a, 1909, S. 1093.

[3]) Nur am Negative zur Abbildung auf Tafel LIII, Nr. 13, noch erkennbare, mit der Skale gemessene Linien.

[4]) Eder und Valenta, Denkschriften d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1898; daselbst finden sich Wellenlängenmessungen und heliographische Abbildungen des Linien- und Bandenspektrums des Schwefels; vergl. auch Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse, 1904, I. Teil, S. 269.

[5]) Gramont, Compt. rend., 1896, S. 1326.

5473.8, 5454.0, 5433.0, 5428.9, 5345.8, 5320.9, 5212.8, 5201.1, 5032.7, 5014.3, 4925.5, 4815.0, 4716.4, 4552.6, 4525.2, 4483.6, 4464.6, 4362.6, 4294.6, 4285.1, 4253.8, 4174.5, 4162.9, 4153.3, 4145.3, 4142.3.

Daran schließen sich noch andere Schwefellinien kürzerer Wellenlängen, welche die Hauptlinien des Funkenspektrums (Linienspektrums) des Schwefeldampfes im Flaschenfunken zeigen, während der Schwefeldampf im Geißlerrohr (ohne Leydenerflaschen) das enorm linienreiche Bandenspektrum des Schwefels liefert.

Wir haben den von Bleiglanz überschlagenden Funken im Gitterspektrographen untersucht und das entstehende Spektrum heliographisch auf Tafel XLIII, Nr. 6, abgebildet, um zugleich ein Beispiel einer spektrographischen Mineralanalyse zu geben, wobei mehrere Metalle nebst Schwefel in Betracht kommen.

Wasserstoff.

Wasserstoff gibt in evakuierten Geißlerschen Röhren wenige, aber sehr scharfe Linien (das sogenannte „erste Wasserstoffspektrum"), bei sehr hoher Verdünnung das höchst linienreiche „zweite H-Spektrum". Bei Atmosphärendruck kommen im Funkenspektrum nur die enorm verbreiterten Wasserstofflinien: $H\alpha = 6563.05$, $H\beta = 4861.53$, $H\gamma = 4340.63$, $H\delta = 4102.00$ in Betracht; sie sind auf mehreren Tafeln, namentlich auf Tafel XLIII, Nr. 11 und 12, ersichtlich. Die Wellenlängen sind an diesen breiten Linien nicht genau festzustellen; sie sind jedoch in ihrem Schwerpunkt identisch mit den scharfen Wasserstoffstandards des verdünnten Gases und den Rowlandschen Standards in seiner „Table of Standards wave-lengths" entnommen; diese Wasserstofflinien sind wichtige Linien des Sonnenspektrums, und zwar entspricht der Fraunhoferschen Linie C die Wasserstofflinie 6563 und der Fraunhoferschen Linie F die zweitnächste Wasserstofflinie 4861.

Die Anwesenheit von Wasserdampf oder Feuchtigkeit verrät sich bei spektralanalytischen Untersuchungen neben den Wasserbanden durch die namentlich im Funkenspektrum zufolge Zersetzung des Wassers leicht auftretenden Wasserstofflinien.